

30. 6. 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

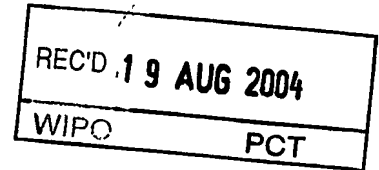
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 6 月 3 0 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 8 8 8 9 8  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 1 8 8 8 9 8 ]

出 願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

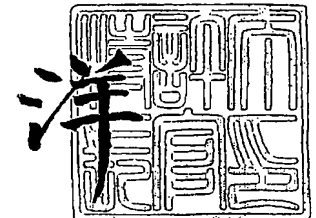


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 8 月 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 2931050015

【提出日】 平成15年 6月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 27/32

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 村上 豊

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 小林 聖峰

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 折橋 雅之

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 松岡 昭彦

【特許出願人】

    【識別番号】 000005821

    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100105050

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鷺田 公一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041243

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9700376

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 送信方法及び送信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信装置が複数のアンテナを備え、互いに同じデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第 1 の送信方法と、互いに異なるデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第 2 の送信方法とのいずれかを決定し、複数の変調方式のうちいずれかを決定する際、通信開始から終了までは送信方法と変調方式のうち、変調方式のみを決定することを特徴とする送信方法。

【請求項 2】 前記第 1 の送信方法に適用される変調方式と前記第 2 の送信方法に適用される変調方式とは、変調多値数の最大値が等しいことを特徴とする請求項 1 に記載の送信方法。

【請求項 3】 前記第 1 又は第 2 の送信方法の決定を伝送路に基づいて行うことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の送信方法。

【請求項 4】 複数のアンテナを備える送信装置と、当該送信装置の複数のアンテナから送信された信号を受信する受信装置とを備える無線通信システムにおいて、

前記受信装置は、

送信装置の複数のアンテナから送信された信号について伝送路を推定する伝送路推定手段と、

互いに同じデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第 1 の送信方法と、互いに異なるデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第 2 の送信方法とのいずれかを、前記伝送路推定手段によって推定された推定結果に基づいて決定し、決定した送信方法を前記送信装置に通信開始時に要求する送信方法要求手段と、

前記伝送路推定手段によって推定された推定結果に基づいて、複数の変調方式のうちいずれかを決定し、決定した変調方式を前記送信装置に要求する変調方式要求手段と、

を具備し、

前記送信装置は、  
前記受信装置から要求された送信方法に対応する信号を生成する生成手段と、  
前記受信装置から要求された変調方式で前記生成手段によって生成された信号  
を変調し、変調後の信号を各アンテナから送信する送信処理手段と、  
を具備することを特徴とする通信システム。

【請求項 5】 複数の送信アンテナと、  
互いに同じデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信す  
る第 1 の送信方法と、互いに異なるデータが含まれた複数の信号を複数のアンテ  
ナからそれぞれ送信する第 2 の送信方法とのいずれかを通信開始時に決定する送  
信方法決定手段と、  
複数の変調方式のうちいずれかを決定する変調方式決定手段と、  
前記決定された送信方法及び変調方式を適用した信号を前記複数のアンテナか  
ら送信する送信処理手段と、  
を具備することを特徴とする送信装置。

【請求項 6】 前記送信処理手段は、第 1 の送信方法に適用される変調方式  
と第 2 の送信方法に適用される変調方式とを、変調多値数の最大値を等しい変調  
方式とすることを特徴とする請求項 5 に記載の送信装置。

【請求項 7】 互いに同じデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナか  
らそれぞれ送信する第 1 の送信方法と、互いに異なるデータが含まれた複数の信  
号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第 2 の送信方法とのいずれかを決定し  
、決定した送信方法を通信相手に通信開始時に要求する送信方法要求手段を具備  
することを特徴とする受信装置。

【請求項 8】 受信した信号について伝送路及び又は受信電界強度を推定す  
る伝送路推定手段を具備し、

前記送信方法要求手段は、前記伝送路推定手段によって推定された推定結果に  
基づいて送信方法を決定することを特徴とする請求項 7 に記載の受信装置。

【請求項 9】 前記第 1 の送信方法に適用される変調方式と前記第 2 の送信  
方法に適用される変調方式とは、変調多値数の最大値が等しいことを特徴とする  
請求項 7 又は請求項 8 に記載の受信装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、複数のアンテナから同時にデータを送信する送信方法、送信装置に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

従来、複数アンテナを用いた送信方法として、非特許文献1に開示された技術が知られている。以下、この非特許文献1に開示された内容について図面を用いて説明する。

**【0003】**

図21は、従来のフレーム構成を示す図である。この図において、送信信号A及び送信信号Bは異なるアンテナから同時に送信される信号である。送信信号A及び送信信号Bは、互いに同じデータを含むシンボル群からなる。ここで、図中S1及びS2はシンボルを示し、複素共役を“\*”で示す。送信信号AはデータシンボルS1、 $-S2^*$ の順にフレーム構成され、送信信号BはデータシンボルS2、 $S1^*$ の順にフレーム構成される。そして、送信信号Aと送信信号Bは同期させて送信される。このため、データシンボルS1とS2が同時に送信され、データシンボル $-S2^*$ と $S1^*$ が同時に送信されることになる。

**【0004】**

図22は、従来の通信システムを示す図である。送信装置11は、アンテナ12とアンテナ13とを備え、例えば、図21に示した送信信号Aをアンテナ12から、送信信号Bをアンテナ13から受信装置21に送信する。受信装置21は、送信装置11の各アンテナから送信された信号をアンテナ22で受信する。アンテナ22で受信された信号は送信信号Aと送信信号Bの送信信号が合成されているので、送信信号A及び送信信号Bに分離した後、復調する。

**【0005】**

このような従来の通信システムにおいて、送信装置11は送信信号Aをアンテナ12から、送信信号Bをアンテナ13から送信しており、各アンテナから送信

された信号は、異なる伝送路 ( $h_1(t)$  及び  $h_2(t)$ ) を介して受信装置に受信される。このことを利用して、図 21 に示すようなフレーム構成としており、受信装置 21 において受信品質を向上させることができる。

#### 【0006】

##### 【非特許文献 1】

“Space-Time Block Codes from Orthogonal Design” IEEE Transactions on Information Theory, pp.1456-1467, vol.45, no.5, July 1999

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の通信システムでは、 $S_1^*$  や  $-S_2^*$  は受信装置においては、 $S_1$ 、 $S_2$  として復調され、実質的には  $S_1$ 、 $S_2$  と同じ情報である。このため、同じ情報を 2 度送信していることになり、データの伝送効率が悪い。

#### 【0008】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、複数のアンテナを用いてデータを送信する際のデータ伝送効率を向上させる通信方法及び送信装置を提供することを目的とする。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため、本発明の送信方法は、送信装置が複数のアンテナを備え、互いに同じデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第 1 の送信方法と、互いに異なるデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第 2 の送信方法とのいずれかを決定し、複数の変調方式のうちいずれかを決定する際、通信開始から終了までは送信方法と変調方式のうち、変調方式のみを決定するようにした。

#### 【0010】

この方法によれば、送信方法の決定を通信開始時にのみ行うことになり、通信中に送信方法と変調方式の両方の決定、すなわち変更を行わないことになり、送信方法と変調方式を共に変更する場合に比べ、少ない処理で済むため、システム

の処理負担が増大するのを回避することができる。

【0011】

本発明の送信方法は、上記方法において、前記第1の送信方法に適用される変調方式と前記第2の送信方法に適用される変調方式とは、変調多値数の最大値が等しいようにした。

【0012】

この方法によれば、変調多値数が多いほど変調信号の振幅変動範囲が大きくなり、これに対応する増幅器の消費電力も変調信号の振幅変動範囲が大きくなるので、第1の送信方法と第2の送信方法とのいずれにも適用する変調多値数の最大値を等しくすることにより、増幅器の消費電力が増大することを抑えることができる。

【0013】

本発明の送信方法は、上記方法において、前記第1又は第2の送信方法の決定を伝送路に基づいて行うようにした。

【0014】

この方法によれば、第2の送信方法は、直接波を受信することにより受信品質が劣化する可能性が高くなるので、第1又は第2の送信方法の決定を伝送路に基づいて行うことにより、直接波を受信する場合には第1の送信方法を用いることで受信品質の劣化を回避し、直接波を受信しない場合には第2の送信方法を用いることでデータの伝送効率を向上させることができる。

【0015】

本発明の通信システムは、複数のアンテナを備える送信装置と、当該送信装置の複数のアンテナから送信された信号を受信する受信装置とを備える無線通信システムにおいて、前記受信装置は、送信装置の複数のアンテナから送信された信号について伝送路を推定する伝送路推定手段と、互いに同じデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第1の送信方法と、互いに異なるデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第2の送信方法とのいずれかを、前記伝送路推定手段によって推定された推定結果に基づいて決定し、決定した送信方法を前記送信装置に通信開始時に要求する送信方法



要求手段と、前記伝送路推定手段によって推定された推定結果に基づいて、複数の変調方式のうちいずれかを決定し、決定した変調方式を前記送信装置に要求する変調方式要求手段と、を具備し、前記送信装置は、前記受信装置から要求された送信方法に対応する信号を生成する生成手段と、前記受信装置から要求された変調方式で前記生成手段によって生成された信号を変調し、変調後の信号を各アンテナから送信する送信処理手段と、を具備する構成を採る。

#### 【0016】

この構成によれば、誤り耐性の強い第1の送信方法と、データ伝送速度の速い第2の送信方法とを伝送路推定手段の推定結果に基づいて切り替えることにより、データの伝送効率と受信品質とを向上させることができる。

#### 【0017】

本発明の送信装置は、複数の送信アンテナと、互いに同じデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第1の送信方法と、互いに異なるデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第2の送信方法とのいずれかを通信開始時に決定する送信方法決定手段と、複数の変調方式のうちいずれかを決定する変調方式決定手段と、前記決定された送信方法及び変調方式を適用した信号を前記複数のアンテナから送信する送信処理手段と、を具備する構成を採る。

#### 【0018】

この構成によれば、送信方法の決定を通信開始時に行うことにより、通信中に送信方法と変調方式の両方の決定、すなわち変更を行わないことになり、送信方法と変調方式を共に変更する場合に比べ、少ない処理で済むため、システムの処理負担が増大することを回避することができる。

#### 【0019】

本発明の送信装置は、上記構成において、前記送信処理手段が、第1の送信方法に適用される変調方式と第2の送信方法に適用される変調方式とを、変調多値数の最大値を等しい変調方式とする構成を採る。

#### 【0020】

この構成によれば、変調多値数が大きいほど変調信号の振幅変動範囲が大きく

、これに対応する増幅器の消費電力も変調信号の振幅変動範囲が大きいほど大きくなるので、第1の送信方法と第2の送信方法とのいずれにも適用する変調多値数の最大値を等しくすることにより、増幅器の消費電力が増大することを抑えることができる。

#### 【0021】

本発明の受信装置は、互いに同じデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第1の送信方法と、互いに異なるデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第2の送信方法とのいずれかを決定し、決定した送信方法を通信相手に通信開始時に要求する送信方法要求手段を具備する構成を採る。

#### 【0022】

この構成によれば、誤り耐性の強い第1の送信方法と、データ伝送速度の速い第2の送信方法とを伝送路や受信電界強度に基づいて決定し、決定した送信方法を送信装置に要求し、送信装置が要求された送信方法で送信することにより、通信中に送信方法と変調方式の両方の決定、すなわち変更を行わないことになり、送信方法と変調方式を共に変更する場合に比べ、少ない処理で済むため、システムの処理負担が増大するのを回避することができる。

#### 【0023】

本発明の受信装置は、受信した信号について伝送路及び又は受信電界強度を推定する伝送路推定手段を具備し、前記送信方法要求手段が、前記伝送路推定手段によって推定された推定結果に基づいて送信方法を決定する構成を採る。

#### 【0024】

この構成によれば、送信方法要求手段が、受信した信号について推定した伝送路及び又は受信電界強度に基づいて、誤り耐性の強い第1の送信方法と、データ伝送速度の速い第2の送信方法とのいずれかを決定することにより、データの伝送効率と受信品質とを向上させることができる。

#### 【0025】

本発明の受信装置は、上記構成において、前記第1の送信方法に適用される変調方式と前記第2の送信方法に適用される変調方式とは、変調多値数の最大値が

等しい構成を採る。

#### 【0026】

この構成によれば、変調多値数が大きいほど変調信号の振幅変動範囲が大きくなり、これに対応する増幅器の消費電力も変調信号の振幅変動範囲が大きくなるので、第1の送信方法と第2の送信方法とのいずれにも適用することができる変調多値数の最大値を等しくすることにより、送信装置における増幅器の消費電力が増大するのを抑えることができる。また、受信装置においては、振幅変動範囲が大きい信号を処理しなくてよいので、回路構成の簡易化を図ることができる。

#### 【0027】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の骨子は、送信装置が複数のアンテナを備え、互いに同じデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第1の送信方法と、互いに異なるデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第2の送信方法とのいずれかを送受信間の伝送路に基づいて決定し、複数の変調方式のうちいずれかを決定する際、通信開始から終了までは送信方法と変調方式のうち、変調方式のみを決定することである。

#### 【0028】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

#### 【0029】

##### （実施の形態1）

##### フレーム構成

図1は、本発明の実施の形態1におけるフレーム構成を示す図である。図1（a）は、送信方法Xにおける変調信号Aと変調信号Bのフレーム構成を示しており、図1（b）は、送信方法Yにおける変調信号Aと変調信号Bのフレーム構成を示している。伝搬モデル推定シンボル101及び電波伝搬環境推定シンボル103は、通信相手の受信装置がチャネル変動を推定するためのシンボルであり、パイロットシンボル、プリアンブル、制御シンボル、既知シンボル、ユニークワードなどと称されるものである。

## 【0030】

送信方法通知シンボル102は、基地局装置が送信した変調信号の送信方法（X又はY）、変調方式、誤り訂正方式を示すシンボルである。

## 【0031】

データシンボル104は、基地局装置が通信端末装置に送信する音声データや画像データ、文字データ等のユーザ情報である。

## 【0032】

送信方法X及び送信方法Yについて

送信方法Xは、上述した従来例と同様に、非特許文献1に開示された送信方法であり、互いに同じデータが含まれた（以下、「時空間符号化」という）データシンボルを2本のアンテナから送信する。具体例としては、データシンボルS1、S2、S1\*、-S2\*（“\*”は複素共役を示す）のうち、変調信号AはデータシンボルS1、-S2\*の順に構成され、変調信号BはデータシンボルS2、S1\*の順に構成される。一方、送信方法Yは、情報が互いに異なるデータシンボルでフレーム構成が行われる。具体例としては、それぞれ異なる情報のデータシンボルS1、S2、S3、S4のうち、変調信号AはデータシンボルS1及びS3で構成し、変調信号BはデータシンボルS2及びS4で構成する。

## 【0033】

なお、図1（a）及び（b）に示す送信方法X及び送信方法Yは共に、変調信号Aと変調信号Bを同期させて送信する。例えば、送信方法Xでは、データシンボル-S2\*とS1\*が同時に送信され、送信方法Yでは、データシンボルS3とS4が同時に送信されることになる。また、変調信号A及び変調信号Bにおいて、同種のシンボルも同時に送信される。

## 【0034】

図2は、本発明の実施の形態1に係る通信システムを示す模式図である。この図において、基地局装置201はアンテナ202とアンテナ203とを備え、通信端末装置251と無線回線を介して通信を行う。通信端末装置251はアンテナ252とアンテナ253とを備える。この図では、基地局装置201から通信端末装置251に信号を送信している様子を示す。

## 【0035】

送信方法X及び送信方法Yの特徴

ここで、アンテナ202とアンテナ252との伝送路におけるチャネル変動を  $h_{11}(t)$  とし、アンテナ202とアンテナ253との伝送路におけるチャネル変動を  $h_{12}(t)$  とする。同様に、アンテナ203とアンテナ252間はチャネル変動を  $h_{21}(t)$  とし、アンテナ203とアンテナ253間はチャネル変動を  $h_{22}(t)$  とする。ただし、 $t$  は時間を示す。なお、チャネル変動  $h_{11}(t)$ 、 $h_{12}(t)$ 、 $h_{21}(t)$ 、 $h_{22}(t)$  は、通信端末装置251が伝搬モデル推定シンボル101、電波伝搬環境推定シンボル103を用いて推定される。

## 【0036】

このとき、送信方法Xでは、図2に示すアンテナ252の受信信号を  $R_1(t)$  とすると以下の式が成り立つ。

## 【0037】

【数1】

$$\begin{pmatrix} R_1(i) \\ R_1(i+1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11}(i) & h_{21}(i) \\ h_{21}^*(i+1) & -h_{11}^*(i+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_1 \\ S_2 \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

## 【0038】

この式から分かるように、送信方法Xではデータシンボル  $S_1$  及び  $S_2$  を時間  $t=i$  と  $t=i+1$  で繰り返し送信している。なお、ここでは、時空間ブロック符号を用いた場合について説明しているが、例えば、下記参考文献を例とする時空間トレリス符号を用いてもよい。（参考文献：“Space-Time Block Codes for High Data Rate Wireless Communication: Performance Criterion and Code Construction” IEEE Transactions on Information Theory, pp.744-765, vol.44, no.2, March 1998）

## 【0039】

一方、送信方法Yでは、図2に示すアンテナ252及び253の受信信号をそれぞれ  $R_1(t)$ 、 $R_2(t)$  とすると以下の式が成り立つ。

## 【0040】

## 【数 2】

$$\begin{pmatrix} R1(i) \\ R2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h11(i) & h12(i) \\ h21(i) & h22(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1 \\ S2 \end{pmatrix} \quad \dots (2)$$

## 【0041】

この式から分かるように、送信方法 Y ではデータシンボル S1 及び S2 を時間  $t = i$  のみで送信している。

## 【0042】

これらのことから、送信方法 X 及び送信方法 Y を比較すると、送信方法 X は送信方法 Y より伝送速度は低速であるが、受信品質は良好である。逆に、送信方法 Y は送信方法 X より伝送速度は高速であるが、受信品質は劣化する傾向にある。特に、送信方法 Y は直接波を受信した場合、受信品質が著しく劣化するという性質がある。このため、直接波を受信した場合には送信方法 X を用い、直接波を受信しない場合には送信方法 Y を用いることが考えられる。

## 【0043】

このように、誤り耐性が強いいため受信品質が高い送信方法 X と伝送速度の速い送信方法 Y とを伝送路の状態に応じて決定することにより、受信品質と伝送速度の向上を両立させることができる。すなわち、送信方法 X と送信方法 Y とを切り替えると共に、変調方式も切り替えることで、受信品質と伝送速度の向上の両立をさらに図ることができる。

## 【0044】

基地局装置 201 における送信装置の構成

図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る基地局装置 201 における送信装置の構成を示すブロック図である。この図において、フレーム生成指示部 401 は通信端末装置 251 から送信された送信方法要求情報及び変調方式要求情報に基づいて、送信方法（X 又は Y）及び変調方式（例えば、QPSK、16QAM、64QAM のいずれか）を決定し、決定した内容をフレーム生成指示信号 S1 でデータ系列生成部 402、送信処理部 403 及び送信処理部 404 に指示する。

## 【0045】

データ系列生成部 402 は、フレーム生成指示部 401 の指示にしたがって送

信デジタル信号から、図1で示したようなフレーム構成の変調信号Aの送信デジタル信号S2及び変調信号Bの送信デジタル信号S3を生成する。生成された変調信号Aの送信デジタル信号S2はデータ系列生成部402から送信処理部403に出力され、変調信号Bの送信デジタル信号S3はデータ系列生成部402から送信処理部404に出力される。

#### 【0046】

送信処理部403は、データ系列生成部402から出力された変調信号Aの送信デジタル信号S2について、送信処理部404は、データ系列生成部402から出力された変調信号Bの送信デジタル信号S3について、それぞれフレーム生成指示部401からの指示にしたがって送信処理を行う。送信処理部403と送信処理部404の内部構成は同一なので、以下、送信処理部403内の構成について説明する。

#### 【0047】

変調部4031は、複数の変調方式で変調することができ、データ系列生成部402から出力された変調信号Aの送信デジタル信号S2をフレーム生成指示部401から指示された変調方式で変調する。変調された信号S4は変調部4031から拡散部4032に出力される。

#### 【0048】

拡散部4032は変調部4031から出力された信号S4に対して、拡散符号を乗算し、拡散後の変調信号Aが無線部4033に出力され、無線部4033は拡散後の信号S5に対して所定の無線処理(D/A変換やアップコンバート等)を行い、無線処理後の信号S6を増幅器4034に出力する。

#### 【0049】

増幅器4034は、無線部4033から出力された信号S6を電力増幅し、電力増幅された信号S7をアンテナ202から通信端末装置251に無線送信する。

#### 【0050】

通信端末装置251における受信装置の構成

図4は、本発明の実施の形態1に係る通信端末装置251における受信装置の

構成を示すブロック図である。この図において、アンテナ 252 は基地局装置 201 のアンテナ 202 とアンテナ 203 とから送信された信号の合成信号 S51 を受信し、無線部 501 は、アンテナ 252 で受信された信号 S51 に所定の無線処理（ダウンコンバートや A/D 変換等）を行い、無線処理後の信号 S52 を逆拡散部 502 に出力する。

#### 【0051】

逆拡散部 502 は、無線部 501 から出力された信号 S52 に拡散符号を乗算し、逆拡散を行う。逆拡散された信号 S53 は、逆拡散部 502 からフレーム同期部 503、第 1 伝送路推定部 504、第 2 伝送路推定部 505、復調部 510 及び受信電界強度推定部 511 に出力される。

#### 【0052】

フレーム同期部 503 は、逆拡散部 502 から出力された信号 S53 及び逆拡散部 507 から出力された信号 S56 に基づいて、変調信号 A 及び変調信号 B のフレーム同期をとり、タイミング信号 S57 を形成する。タイミング信号 S57 はフレーム同期部 503 から第 1 伝送路推定部 504 及び 508、第 2 伝送路推定部 505 及び 509、復調部 510 に出力される。

#### 【0053】

第 1 伝送路推定部 504 は、フレーム同期部 503 から出力されたタイミング信号 S57 にしたがって、逆拡散部 502 から出力された信号 S53 のうち、変調信号 A の伝搬モデル推定シンボル 101 と、電波伝搬環境推定シンボル 103 とを用いて、変調信号 A の伝送路推定、すなわち、チャネル変動の推定を行う。推定された変調信号 A の伝送路情報は伝送路推定信号 S58 として、第 1 伝送路推定部 504 から復調部 510 及び固有値算出部 512 に出力される。変調信号 A の伝送路推定信号 S58 は、式 (2) の  $h_{11}(t)$  に相当する。

#### 【0054】

第 2 伝送路推定部 505 は、フレーム同期部 503 から出力されたタイミング信号 S57 にしたがって、逆拡散部 502 から出力された信号 S53 のうち、変調信号 B の伝搬モデル推定シンボル 101 と、電波伝搬環境推定シンボル 103 とを用いて、変調信号 B の伝送路（チャネル変動）推定を行う。推定された変調



信号Bの伝送路情報は伝送路推定信号S59として、第2伝送路推定部505から復調部510及び固有値算出部512に出力される。変調信号Bの伝送路推定信号S59は、式(2)の $h_{12}(t)$ に相当する。

#### 【0055】

なお、アンテナ253で受信された信号S54は、無線部506、逆拡散部507、第1伝送路推定部508及び第2伝送路推定部509において、上述した処理と同様の処理が行われるので、その詳しい説明は省略する。ちなみに、第1伝送路推定部508から復調部510に出力される伝送路推定信号S60は、式(2)の $h_{21}(t)$ に相当し、第2伝送路推定部509から復調部510に出力される伝送路推定信号S61は、式(2)の $h_{22}(t)$ に相当する。

#### 【0056】

復調部510は、フレーム同期部503から出力されたタイミング信号S57にしたがって、第1伝送路推定部504及び508、第2伝送路推定部505及び509から出力された伝送路推定信号S58、S59、S60、S61を用いて、逆拡散部502及び逆拡散部507から出力された信号S53及びS56の復調を行い、変調信号Aの受信デジタル信号と変調信号Bの受信デジタル信号を得る。このとき、復調部510では、逆拡散部502及び逆拡散部507から出力された信号S53、S56の送信方法通知シンボル102から、当該信号の送信方法(X又はY)、変調方式及び誤り訂正方式を取得し、取得した内容に応じてデータシンボルを復調する。

#### 【0057】

受信電界強度推定部511は、逆拡散部502及び逆拡散部507から出力された信号S51及びS52に基づいて、受信電界強度を推定し、推定結果を受信電界強度推定信号S62として変調方式決定部513及び送信方法決定部514に出力する。なお、ここでいう受信電界強度は、有効なキャリアパワを意味する。また、第1伝送路推定部504、508、及び第2伝送路推定部505、509の伝送路推定部と受信電界強度推定部511は、伝送路推定部及び受信電界強度推定部511のいずれか又は両方が伝送路推定手段として機能する。

#### 【0058】

固有値算出部 512 は、第 1 伝送路推定部 504 及び 508、第 2 伝送路推定部 505 及び 509 から出力された伝送路情報を式 (2) に示すようにチャネル行列としたとき、その固有値を算出する。算出された固有値は固有値信号 S63 として、固有値算出部 512 から変調方式決定部 513 及び送信方法決定部 514 に出力される。

#### 【0059】

変調方式要求手段としての変調方式決定部 513 は、受信電界強度推定部 511 から出力された受信電界強度推定信号 S62 と固有値算出部 512 から出力された固有値信号 S63 とに基づいて、基地局装置 201 に要求する変調方式を決定し、変調方式要求情報として出力する。なお、変調方式は、受信電界強度のみで決定してもよく、この場合、伝送速度及び伝送品質に与える影響は小さい。

#### 【0060】

送信方法要求手段としての送信方法決定部 514 は、固有値算出部 512 から出力された固有値信号 S59 と受信電界強度推定部 511 から出力された推定信号 S58 (受信電界強度) とに基づいて、通信開始時に基地局装置 201 が適用する送信方法 X 又は送信方法 Y を決定する。決定された情報は、送信方法要求情報として通信端末装置 251 から出力される。式 (2) の場合を例に挙げ、さらに詳しく説明すると、固有値算出部 512 から出力される固有値信号 S59 は 2 つの固有値を含み、これら 2 つの固有値を  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  ( $|\lambda_1(t)| > |\lambda_2(t)|$ ) とし、互いの固有値の大きさの差を求める。すなわち、 $|\lambda_1(t)|^2 - |\lambda_2(t)|^2$  を計算する。この差が所定の値より大きいときは直接波を受信しているものとし、送信方法 X に決定する。逆に、この差が所定の値より小さいときは直接波を含まない散乱波のみを受信しているものとし、送信方法 Y に決定する。ちなみに、 $|\lambda_1(t)|^2 - |\lambda_2(t)|^2$  の計算結果は、固有値の確率密度分布の状態を反映している。

#### 【0061】

受信信号が直接波で到来した信号か否かを判断する方法

受信信号が直接波で到来した信号か否かを判断する方法について、図 5 を用いて説明する。まず、受信ベースバンド信号の I 成分及び Q 成分から  $\tan^{-1}$  (

$Q/I$ ) を算出する。図 5 は  $\tan^{-1}(Q/I)$  を横軸とし、確率密度を縦軸で表した図である。図 5 (a) は直接波を受信した場合を示し、直接波の位相でピークが現れる可能性が高くなる。一方、図 5 (b) は直接波を含まない散乱波のみを受信した場合を示し、ピークが現れる可能性が低くなる。このように、直接波を受信したか否かは  $\tan^{-1}(Q/I)$  の確率密度を求め、いずれの分布状態となるかを判断することにより特定することができる。

#### 【0062】

また、上述した式 (2) のチャネル変動成分で表した  $2 \times 2$  行列 (以下、「チャネル行列」という) の固有値は 2 つ得られ、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  ( $|\lambda_1| > |\lambda_2|$ ) で固有値を表すと、 $\lambda_1$  と  $\lambda_2$  との関係に直接波の受信の有無が反映される。このため、チャネル行列の固有値に基づいて直接波を受信したか否かを判断してもよい。具体的には、固有値の大きさも確率密度分布で表すことができ、受信品質は固有値の分布に依存するので、直接波を受信したときの受信品質であるか否かを固有値の分布に基づいて判断することができる。

#### 【0063】

送信方法通知シンボルに適用する送信方法及び変調方式

送信方法通知シンボル 102 は、変調信号の送信方法、変調方式、誤り訂正方式を通知する情報であり、この送信方法通知シンボル 102 が正しく復調されないとデータの復調も困難となるので、送信方法通知シンボル 102 を送信方法 X、変調方式は BPSK で送信するとよい。また、誤り訂正を組み込むとさらによりよい。これにより、送信方法通知シンボル 102 の誤り耐性が高くなり、このシンボルの復調精度を高めることができるため、通信端末装置 251 において送信方法、変調方式、誤り訂正方式を正確に取得することができる。したがって、基地局装置 201 は、通信端末装置 251 にデータシンボル 104 の送信方法、変調方式、誤り訂正方式の情報を的確に伝えることができ、通信端末装置 251 がデータの復調を行うことができないという事態を回避することができる。

#### 【0064】

また、例えば、通信開始時に送信方法 Y が決定された場合でも、送信方法 X を用いて送信方法通知シンボルを伝送することで、変調方式、誤り訂正方式を的確

に伝送することができるため、受信品質が向上することになる。そして、送信方法X、送信方法Yどちらも送信する変調信号は2系統であるため、基地局装置の送信装置のアンテナ数を変えることなく送信方法の変更、すなわち、送信方法Yから送信方法Xに変更するので、無線装置のハードウェアとしての変更が伴わず、送信方法通知シンボルが的確に伝送されるため、データの受信品質を容易に向上させることができる。

#### 【0065】

基地局装置201と通信端末装置251の動作

図6は、本発明の実施の形態1に係る基地局装置201及び通信端末装置251の通信手順を示すシーケンス図である。この図において、ステップ（以下、「ST」と省略する）601では、通信端末装置251が基地局装置201に対して通信開始の要求を行い、基地局装置201がこの要求を受け付ける。

#### 【0066】

ST602では、基地局装置201がST601で通信開始要求を受け付けたことを通知する要求受付通知を通信端末装置251に行う。このとき、図1に示す伝搬モデル推定シンボル101も共に送信する。

#### 【0067】

ST603では、通信端末装置251がST602で送信された伝搬モデル推定シンボル101を用いて、チャネル変動を推定し、式(2)で示したチャネル行列の固有値に基づいて、基地局装置201が送信する変調信号の送信方法(X又はY)及び変調方式を決定し、決定した送信方法及び変調方式を基地局装置201に対して要求する。基地局装置201はこの要求を受け付ける。

#### 【0068】

ST604では、基地局装置201が通信端末装置251から送信された送信方法及び変調方式の要求に基づいて、送信方法及び変調方式を決定し、決定した送信方法及び変調方式を送信方法通知シンボル102を用いて通信端末装置251に送信する。

#### 【0069】

ST605では、基地局装置201が図1に示すフレーム構成にしたがって、

ST604で決定された送信方法及び変調方式を用いて電波伝搬環境推定シンボル103やデータシンボル104を通信端末装置251に送信する。

【0070】

ST606では、通信端末装置251が基地局装置201と通信中に、再度、電波伝搬環境推定シンボル103に基づいて変調方式のみを決定し、決定した変調方式を基地局装置201に要求する。基地局装置201はこの要求を受け付ける。

【0071】

ST607では、基地局装置201が通信端末装置251から送信された変調方式の要求に基づいて、再度、変調方式のみを決定し、送信方法通知シンボル102を用いて通信端末装置251に通知する。

【0072】

ST608では、基地局装置201が図1に示すフレーム構成にしたがって、ST607で決定された変調方式を用いて電波伝搬環境推定シンボル103やデータシンボル104を通信端末装置251に送信する。

【0073】

ST609では、基地局装置201が通信端末装置251に通信終了の通知を行い、通信端末装置251がこの通知を受け付け、通信が終了する。

【0074】

送信方法及び変調方式の変更の仕方

上述した一連の通信手順において、基地局装置201が適用する送信方法及び変調方式の時間推移に伴う変更の様子を図7に示す。ここでは、変調方式がQPSK、16QAM、64QAMの3つが用いられるものとする。この図において、時間 $t_0$ で基地局装置201と通信端末装置251との通信が開始され、時間 $t_1 \sim t_2$ では送信方法X及びQPSKが用いられるとする。時間 $t_2$ では変調方式のみがQPSKから16QAMに変更され、時間 $t_2 \sim t_3$ では送信方法X及び16QAMが用いられる。さらに、時間 $t_3$ では再度変調方式のみが変更され、16QAMから64QAMに変更される。時間 $t_3 \sim t_4$ では送信方法X及び64QAMが用いられ、時間 $t_5$ で通信が終了する。

**【0075】**

さらに、時間  $t_6$  で上記の基地局装置 201 と通信端末装置 251 が通信を開始すると、時間  $t_7 \sim t_8$  で送信方法 Y 及び 64 QAM が用いられるとする。時間  $t_8$  では変調方式のみが 64 QAM から 16 QAM に変更され、時間  $t_8 \sim t_9$  では送信方法 Y 及び変調方式 16 QAM が用いられる。さらに、時間  $t_9$  では再度変調方式のみが変更され、16 QAM から QPSK に変更される。時間  $t_9 \sim t_{10}$  では送信方法 Y 及び QPSK が用いられ、時間  $t_{11}$  で通信が終了する。

**【0076】**

なお、時間  $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_8$  及び  $t_9$  の変調方式の変更は、図 6 に示す ST 606 における変調方式要求を反映した結果であり、電波伝搬環境に応じた変調方式に変更される。

**【0077】**

このように、送信方法は通信開始時に決定され、通信開始から通信終了までは送信方法の変更は行わず、変調方式のみを変更するものとする。

**【0078】**

図 7 に示す以外の送信方法及び変調方式の変更の仕方

ところで、図 7 に示すような送信方法及び変調方式の変更の仕方以外にも、図 8 に示す変更の仕方もあると考えられる。以下、図 8 について説明する。

**【0079】**

図 8 において、時間  $t_0$  で基地局装置と通信端末装置との通信が開始され、時間  $t_1 \sim t_2$  では送信方法 X 及び QPSK が用いられる。時間  $t_2$  では、送信方法 X から送信方法 Y に、変調方式が QPSK から 16 QAM に変更される。時間  $t_3$  では、送信方法 Y から送信方法 X に、変調方式が 16 QAM から 64 QAM に変更される。時間  $t_4$  では送信方法のみが X から Y に変更され、時間  $t_5$  では変調方式だけが 64 QAM から 16 QAM に変更される。時間  $t_7$  で通信が終了する。

**【0080】**

このように、通信中に送信方法及び変調方式の両方を電波伝搬環境に応じて変

更することも考えられる。ところが、このような変更の仕方では、変更の際に選択することができる送信方法及び変調方式の組合せ（以下、単に「組合せ」という）が多くなり、複雑なシステムとなってしまう。すなわち、多くの組合せの中から1つの組合せを選択することになると、電波伝搬環境の推定を高精度に行う必要があり、高精度な推定を行わないと電波伝搬環境に適していない組合せを選択してしまう可能性があり、受信品質の劣化を招いてしまう。

#### 【0081】

また、電波伝搬環境の推定精度を向上させれば、電波伝搬環境に適した組合せを選択することができるものの、高精度な推定を通信端末装置が行うことになると、通信端末装置の電波伝搬環境推定精度にシステムの安定性が依存することになり、端末装置の小型化、低消費電力化を図ることが困難となる。

#### 【0082】

したがって、図7に示したように、通信中に送信方法の変更を行わず、変調方式の変更のみを行うことにより、基地局装置及び通信端末装置が複雑な通信手続きを行わずに済む。また、通信端末装置の電波伝搬環境の推定精度を緩和してもよく、通信端末装置の小型化、低消費電力化を図ることができ、さらに、システム全体の処理負担が増大することを防ぐことができる。

#### 【0083】

ちなみに、このように通信中に送信方法を変更しないとしても、伝搬モデルは急激には変化しない。また、送信方法Yは、データの伝送速度は高速であるが、伝搬モデルが受信品質に多大な影響を与える。

#### 【0084】

送信方法X又は送信方法Yと組合せる変調方式

図9は、送信方法X及び送信方法Yと各変調方式との組合せによる単位時間当たりの送信ビット数を示したものである。送信方法Yは、各変調方式において送信方法Xの送信ビット数の2倍を送信することができる。ここで、送信方法Yが64QAMで単位時間あたりに送信するビット数と同じ伝送量を送信方法Xでも得ることを考えると、送信方法Xは4096QAMとの組合せを実現する必要がある。

## 【0085】

ところが、送信方法Xで4096QAMとしたときの受信品質は、送信方法Yで64QAMとしたときの受信品質より悪い。このため、受信品質と伝送速度を共に向上させるためには、送信方法Xで4096QAMを実現することは好ましくない。

## 【0086】

また、図3に示した基地局装置201における増幅器4034及び4044の入出力特性について図10を用いて考えてみる。図10は、増幅器の入出力特性を示す図である。この図において、横軸を入力レベル、縦軸を出力レベルとし、QPSKの入力範囲をA1、64QAMの入力範囲をA2、4096QAMの入力範囲をA3とする。また、異なる2つの入出力特性について実線と点線でそれぞれ示した。実線で示した入出力特性を有する増幅器（以下、「増幅器P1」と記す）は入力特性をA2の範囲とし、点線で示した入出力特性を有する増幅器（以下、「増幅器P2」と記す）は入力特性をA3の範囲とする。なお、変調方式が変わらなければ、変調信号の振幅変動範囲、すなわち入力範囲も送信方法にかかわらず変わらない。また、一般的に、変調多値数が大きいほど、変調信号の振幅変動範囲は大きくなる。

## 【0087】

送信方法Yで最大変調多値数を64QAMとすれば、増幅器P1を用いれば十分である。これに対し、送信方法Yと64QAMとの組合せによる伝送速度を送信方法Xで実現するためには、4096QAMの変調方式を用いる必要があり、この場合、増幅器P2を用いなければならない。増幅器P2の出力特性は増幅器P1の出力特性より広範囲な出力レベルにわたり、受信装置では変動範囲の広い信号を処理することになるため、受信装置はこの信号の線形性を確保しなければならず、回路構成が複雑になってしまう。

## 【0088】

また、増幅器P2は増幅器P1より消費電力が大きいため、電力効率が悪いうえ、増幅器自体の規模も大きい。

## 【0089】



これらのことから、送信方法X又は送信方法Yと組合せる変調方式の最大変調多値数は等しくすることが望ましい。これにより、送信装置の消費電力を抑えられ、受信装置の回路構成を簡素化することができる。

#### 【0090】

送信アンテナ数を4本としたときの変調多値数の最大値

上述したような送信アンテナ数を2本とする場合から、送信アンテナ数を4本とする場合に変更し、4本の送信アンテナからそれぞれ変調信号を送信する場合に切り替えるとき、送信アンテナ数を4本とするときの変調多値数の最大値を、送信アンテナ数を2本とするときの変調多値数の最大値より小さくすることにより、受信装置では変動範囲の広い信号を処理しないでよいので、受信装置の回路構成を簡素化することができる。

#### 【0091】

上述した変調多値数についての説明は、シングルキャリア方式に限らず、OFDM方式を含むマルチキャリア方式を用いた場合でも同様である。また、スペクトル拡散方式を用いていても、用いていなくてもよい。

#### 【0092】

このように本実施の形態によれば、基地局装置及び通信端末装置のそれぞれが複数のアンテナを備え、基地局装置は、互いに同じデータが含まれた変調信号Aと変調信号Bとを複数のアンテナからそれぞれ送信する送信方法Xと、互いに異なるデータが含まれた変調信号Aと変調信号Bとを複数のアンテナからそれぞれ送信する送信方法Yとのいずれかの送信方法を通信開始時に決定し、通信中は送信方法を変更せず、変調方式のみを変更することにより、データの伝送速度と伝送品質の向上を共に図ることができる。

#### 【0093】

なお、本実施の形態では、通信端末装置は通信開始時に基地局装置から送信された伝搬モデル推定シンボルを用いて伝搬モデルを推定し、送信方法を要求しているが、例えば、基地局装置が他の通信端末装置と通信を行っている際に、基地局装置が送信している電波伝搬環境推定シンボルやデータシンボルを受信し、これらを用いて伝搬モデルを推定し、通信開始時に送信方法を要求するようにして

もよい。これにより、伝搬モデル推定シンボルをフレームに挿入する必要がなくなるため、データの伝送速度をさらに高速にすることができる。

#### 【0094】

また、本実施の形態では、通信端末装置が固有値及び受信電界強度に基づいて、送信方法及び変調方式の決定を行っているが、本発明はこれに限らず、ビットエラー率、パケット損失率及びフレームエラー率のうち少なくとも一つと受信電界強度とに基づいて送信方法及び変調方式を決定してもよい。例えば、受信電界強度が強いものの、ビットエラー率が高い場合、送信方法Xに決定するといった具合である。

#### 【0095】

(実施の形態2)

実施の形態1では、通信中に送信方法の変更を行わないものとして説明したが、本実施の形態では通信中に送信方法の変更を行う場合について説明する。

#### 【0096】

本実施の形態における基地局装置及び通信端末装置の構成は実施の形態1と同じなので、図3及び図4を代用し、その詳しい説明は省略する。

#### 【0097】

図11は、本発明の実施の形態2に係る基地局装置と通信端末装置の通信手順を示すシーケンス図である。ただし、この図のST1101～ST1108は図6のST601～ST608と同一であり、また、ST1111～ST1114はST605～ST608と同一であるので、その詳しい説明は省略する。

#### 【0098】

ST1109では、通信端末装置が基地局装置から送信された伝搬モデル推定シンボルを用いて、チャネル変動を推定し、実施の形態1の式(2)で示したチャネル行列の固有値に基づいて、基地局装置が適用する送信方法及び変調方式を通信中に決定する。通信端末装置は、決定した送信方法及び変調方式を基地局装置に対して要求する。基地局装置はこの要求を受け付ける。

#### 【0099】

ST1110では、基地局装置が通信端末装置から送信された要求に基づいて

、送信方法及び変調方式を決定し、決定した組合せを送信方法通知シンボルを用いて通信端末装置に通知する。

#### 【0100】

ST1115では、基地局装置が通信端末装置に通信終了の通知を行い、通信端末装置がこの通知を受け付け、通信が終了する。

#### 【0101】

このような一連の通信手順において、基地局装置が適用する送信方法及び変調方式の時間推移に伴う変更の様子を図12に示す。ここでは、変調方式がQPSK、16QAM、64QAMの3つが用いられるものとする。この図において、時間 $t_0$ で基地局装置と通信端末装置との通信が開始され、時間 $t_1 \sim t_2$ では送信方法X及びQPSKが用いられるとする。時間 $t_2$ では変調方式のみがQPSKから16QAMに変更され、時間 $t_2 \sim t_3$ では送信方法X及び16QAMが用いられる。さらに、時間 $t_3$ では再度変調方式のみが変更され、16QAMから64QAMに変更される。時間 $t_3 \sim t_4$ では送信方法X及び64QAMが用いられる。

#### 【0102】

時間 $t_4$ では、通信端末装置が送信方法及び変調方式の変更要求を行い、送信方法については送信方法Yへ、変調方式については64QAMを維持する要求を行う。

#### 【0103】

時間 $t_5$ では、通信中において送信方法の変更が行われ、送信方法Xから送信方法Yへの変更が行われ、変調方式については64QAMのまま維持される。時間 $t_5 \sim t_6$ では送信方法Y及び64QAMが用いられる。

#### 【0104】

時間 $t_6$ では変調方式のみが64QAMから16QAMに変更され、時間 $t_6 \sim t_7$ では送信方法Y及び変調方式16QAMが用いられる。さらに、時間 $t_7$ では再度変調方式のみが変更され、16QAMからQPSKに変更される。時間 $t_7 \sim t_8$ では送信方法Y及びQPSKが用いられ、時間 $t_9$ で通信が終了する。

## 【0105】

このように、送信方法の変更を通信中においても所定の時間間隔で行うことにより、伝搬路モデルの変更に対応することができる。なお、所定の時間間隔は不必要に送信方法の変更が行われないような間隔とする。

## 【0106】

このように本実施の形態によれば、通信時間が長くなる場合には、伝搬モデルが変化することもあるので、通信中に送信方法の変更を行うことにより、通信中に伝搬モデルが変化した場合でも、受信品質の向上と伝送速度の高速化の両立を図ることができる。

## 【0107】

なお、本実施の形態において、通信開始時は伝搬モデルの推定を行わず、強制的に送信方法Xで通信を開始し、通信中に電波伝搬環境推定シンボルを用いて、伝搬モデルの推定を行うようにしてもよい。これにより、伝搬モデル推定シンボルをフレームに挿入する必要がなくなるため、データの伝送速度をさらに高速にすることができる。

## 【0108】

また、実施の形態1及び実施の形態2では、スペクトル拡散通信方式について説明したが、これに限らず、例えば、拡散部を削除したシングルキャリア方式、またはOFDM方式においても同様に実施することができる。

## 【0109】

(実施の形態3)

実施の形態1では、スペクトル拡散通信方式の場合について説明したが、本発明の実施の形態3では、OFDM方式において通信開始時の送信方法及び変調方式を固定とする場合について説明する。

## 【0110】

図13は、本発明の実施の形態3におけるフレーム構成を示す図である。ただし、図13が図1と共通する部分には、図1と同一の符号を付し、その詳しい説明を省略する。図13が示すように、OFDM方式は時間方向のみならず、周波数方向にもシンボルを配置する方式であり、ここでは、キャリア数を4とする。

各キャリアは送信方法通知シンボル102、電波伝搬環境推定シンボル103、データシンボル104の順に配置される。

#### 【0111】

図13(a)は、送信方法Xにおける変調信号Aと変調信号Bのフレーム構成を示す図である。キャリア1についてみると、図1(a)で示したデータシンボルの配置と同様であり、このような配置のデータシンボルが送信される。キャリア2～キャリア4についても、キャリア1と同様の符号が施されたデータシンボルが配置され、配置されたデータシンボルが送信される。

#### 【0112】

図13(b)は、送信方法Yにおける変調信号Aと変調信号Bのフレーム構成を示す図である。キャリア1についてみると、図1(b)で示したデータシンボルの配置と同様であり、キャリア1は情報内容の異なるデータシンボルを送信する。キャリア2～キャリア4についても、キャリア1と同様に情報内容の異なるデータシンボルが配置され、配置されたデータシンボルが送信される。

#### 【0113】

図13は、データシンボルを時間領域に符号化されたOFDM方式の場合について示したが、図14に示すように周波数領域に符号化されたOFDM方式の場合でもよい。図14(a)は送信方法Xのフレーム構成を、図14(b)は送信方法Yのフレーム構成をそれぞれ示す。このとき、図2に示すアンテナ252においてキャリア1、時間tの受信信号を $R1(t, 1)$ とし、キャリア2、時間tの受信信号を $R1(t, 2)$ とすると、以下の式が成り立つ。

#### 【0114】

#### 【数3】

$$\begin{pmatrix} R1(i,1) \\ R1(i,2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h11(i) & h21(i) \\ h21^*(i) & -h11^*(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1 \\ S2 \end{pmatrix} \quad \dots (3)$$

ただし、キャリア3及びキャリア4においても同様に符号化されていてもよい。

#### 【0115】

図15は、本発明の実施の形態3に係る基地局装置の構成を示すブロック図で

ある。ただし、図15が図3と共通する部分は、図3と同一の符号を付し、その詳しい説明は省略する。この図において、データ系列生成部1401は、フレーム生成指示部401の指示（フレーム生成指示信号S71）にしたがって送信デジタル信号から、図13で示したようなフレーム構成に対応する変調信号Aの送信デジタル信号S72及び変調信号Bの送信デジタル信号S73を生成する。生成された変調信号Aの送信デジタル信号S72はデータ系列生成部1401から送信処理部1402に出力され、変調信号Bの送信デジタル信号S73は送信処理部1405に出力される。

#### 【0116】

送信処理部1402は、データ系列生成部1401から出力された変調信号Aの送信デジタル信号S72について、送信処理部1405は、データ系列生成部1401から出力された変調信号Bの送信デジタル信号S73について、それぞれフレーム生成指示部401からの指示にしたがって送信処理を行う。送信処理部1402と送信処理部1405の内部構成は同一なので、以下、送信処理部1402内の構成について説明する。

#### 【0117】

S/P変換部1403は、変調部4031から出力されたシリアル信号S74をパラレル信号S75に変換して、変換後のパラレル信号S75をIDFT部1404に出力する。

#### 【0118】

IDFT部1404は、S/P変換部1403から出力されたパラレル信号S75に逆離散フーリエ変換（Inverse Discrete Fourier Transform）を施すことにより、OFDM信号S76を形成し、形成したOFDM信号S76を無線部4033に出力する。

#### 【0119】

図16は、本発明の実施の形態3に係る通信端末装置の構成を示すブロック図である。ただし、図16が図4と共通する部分には、図4と同一の符号を付し、その詳しい説明は省略する。

#### 【0120】

無線部 501 は、アンテナ 252 で受信された信号 S90 に所定の無線処理（ダウンコンバートや A/D 変換等）を行い、無線処理後の信号 S91 を DFT 部 1501 及び受信電界強度推定部 1509 に出力する。

#### 【0121】

DFT 部 1501 は、無線部 501 から出力された信号 S91 に離散フーリエ変換 (Discrete Fourier Transform) を施し、変換後の信号 S92 を第 1 伝送路推定部 1502、第 2 伝送路推定部 1503 及び復調部 1507 に出力する。

#### 【0122】

第 1 伝送路推定部 1502 は、DFT 部 1501 から出力された信号 S92 のうち、変調信号 A の電波伝搬環境推定シンボルを用いて、変調信号 A の伝送路推定、すなわち、チャネル変動の推定を行う。推定された変調信号 A の伝送路情報は伝送路推定信号 S93 として、第 1 伝送路推定部 1502 から復調部 1507 に出力される。

#### 【0123】

第 2 伝送路推定部 1503 は、DFT 部 1501 から出力された信号 S92 のうち、変調信号 B の電波伝搬環境推定シンボルを用いて、変調信号 B の伝送路（チャネル変動）推定を行う。推定された変調信号 B の伝送路情報は伝送路推定信号 S94 として、第 2 伝送路推定部 1503 から復調部 1507 に出力される。第 1 伝送路推定部 1502 及び第 2 伝送路推定部 1503 から出力された伝送路信号 S93 及び S94 には、キャリア 1～キャリア 4 における伝送路情報が含まれている。

#### 【0124】

なお、アンテナ 253 で受信された信号 S95 は、無線部 506、DFT 部 1504、第 1 伝送路推定部 1505 及び第 2 伝送路推定部 1506 において、上述した処理と同様の処理が行われるので、その詳しい説明は省略する。

#### 【0125】

復調部 1507 は、第 1 伝送路推定部 1502 及び 1505、第 2 伝送路推定部 1503 及び 1506 から出力された伝送路情報 S93、S94、S98、S99 を用いて、DFT 部 1501 及び DFT 部 1504 から出力された信号 S9

2 及び S 9 7 の復調を行う。このとき、復調部 1 5 0 7 では、D F T 部 1 5 0 1 及び D F T 部 1 5 0 4 から出力された信号 S 9 2 及び S 9 7 の送信方法通知シンボルから、当該信号の送信方法 (X 又は Y)、変調方式及び誤り訂正方式を取得し、取得した内容に応じてデータシンボルを復調し、変調信号 A の受信デジタル信号 S 1 0 0 と変調信号 B の受信デジタル信号 S 1 0 1 を得る。なお、復調の際には、式 (1) 及び式 (2) の関係式に基づいて行われる。復調された信号は、復調部 1 5 0 7 から受信デジタル信号 S 1 0 0 及び S 1 0 1 として出力されると共に、受信品質推定部 1 5 0 8 に出力される。

#### 【0126】

受信品質推定部 1 5 0 8 は、復調部 1 5 0 7 から出力された信号 S 1 0 0 及び S 1 0 1 に基づいて、ビットエラー率、パケット損失率、フレームエラー率などを算出し、これにより受信品質を推定する。推定結果は受信品質推定信号 S 1 0 2 として、受信品質推定部 1 5 0 8 から送信方法決定部 1 5 1 0 及び変調方式決定部 1 5 1 1 に出力される。

#### 【0127】

受信電界強度推定部 1 5 0 9 は、無線部 5 0 1 及び無線部 5 0 6 から出力された信号 S 9 1 及び S 9 6 に基づいて、受信電界強度を推定し、推定結果を受信電界強度推定信号 S 1 0 3 として送信方法決定部 1 5 1 0 及び変調方式決定部 1 5 1 1 に出力する。

#### 【0128】

送信方法決定部 1 5 1 0 は、受信品質推定部 1 5 0 8 から出力された受信品質推定信号 S 1 0 2 と、受信電界強度推定部 1 5 0 9 から出力された受信電界強度推定信号 S 1 0 3 とに基づいて、基地局装置に要求する送信方法 X 又は送信方法 Y を後述する所定のタイミングで決定し、送信方法要求情報として出力する。例えば、受信電界強度は確保できているが、受信品質が確保できていない場合、送信方法 X を決定し、受信電界強度に対して、受信品質が十分確保できている場合、送信方法 Y を決定する。

#### 【0129】

変調方式決定部 1 5 1 1 は、受信品質推定部 1 5 0 8 から出力された受信品質



推定信号 S102 と、受信電界強度推定部 1509 から出力された受信電界強度推定信号 S103 とに基づいて、基地局装置に要求する変調方式を後述する所定のタイミングで決定する。決定された方式は、変調方式要求情報として通信端末装置から出力される。変調方式要求情報と送信法要求情報は、基地局装置に電送される。

#### 【0130】

次に、上述した構成を有する基地局装置と通信端末装置の動作について説明する。図 17 は、本発明の実施の形態 3 に係る基地局装置及び通信端末装置の通信手順を示すシーケンス図である。この図において、ST1601 では、通信端末装置が基地局装置に対して通信開始の要求を行い、基地局装置がこの要求を受け付ける。

#### 【0131】

ST1602 では、基地局装置が ST1601 で行った通信開始要求を受け付けると共に、送信方法 X、変調方式を BPSK で電波伝搬環境推定シンボルやデータシンボルを通信端末装置に送信する。これにより、通信開始直後のデータシンボルの受信品質を高めることができ、通信端末装置において高い復調精度を実現することができる。

#### 【0132】

以下、ST1603～ST1609 は、図 6 の ST603～ST609 に対応するので、その詳しい説明は省略する。

#### 【0133】

このような一連の通信手順において、基地局装置が適用する送信方法及び変調方式の時間推移に伴う変更の様子を図 18 に示す。ここでは、変調方式が QPSK、16QAM、64QAM の 3 つが用いられるものとする。この図において、時間 t0 で基地局装置と通信端末装置との通信が開始され、時間 t1～t3 では送信方法 X 及び BPSK が強制的に用いられる。時間 t2 では通信端末装置から送信方法及び変調方式の変更要求があり、時間 t3 では変調方式のみが BPSK から 16QAM に変更され、時間 t3～t5 では送信方法 X 及び 16QAM が用いられる。さらに、時間 t4 では通信端末装置から変調方式のみの変更要求があ

り、時間  $t_5$  では再度変調方式のみが変更され、16 QAM から 64 QAM に変更される。時間  $t_5 \sim t_6$  では送信方法 X 及び 64 QAM が用いられ、時間  $t_7$  で通信が終了する。

#### 【0134】

さらに、時間  $t_8$  で上記の基地局装置と通信端末装置が通信を開始すると、時間  $t_9 \sim t_{11}$  で送信方法 X 及び BPSK が強制的に用いられる。時間  $t_{10}$  では通信端末装置から送信方法及び変調方式の変更要求があり、時間  $t_{11}$  では送信方法が X から Y に変更され、変調方式が BPSK から 16 QAM に変更され、時間  $t_{11} \sim t_{13}$  では送信方法 Y 及び 16 QAM が用いられる。さらに、時間  $t_{12}$  では通信端末装置から変調方式のみの変更要求があり、時間  $t_{13}$  では再度変調方式のみが変更され、16 QAM から QPSK に変更される。時間  $t_{13} \sim t_{14}$  では送信方法 Y 及び QPSK が用いられ、時間  $t_{15}$  で通信が終了する。

#### 【0135】

このように、基地局装置は、誤り耐性が強く、高い受信品質が得られる送信方法 X 及び BPSK を、通信開始の際、強制的に用いることにより、通信開始からデータ送信までの通信手順を簡略化することができ、通信端末装置は通信開始直後のデータを確実に復調することができる。

#### 【0136】

このように本実施の形態によれば、基地局装置及び通信端末装置のそれぞれが複数のアンテナを備え、互いに同じデータが含まれた第 1 の変調信号と第 2 の変調信号とを複数のアンテナからそれぞれ送信する第 1 の送信方法と、互いに異なるデータが含まれた第 3 の変調信号と第 4 の変調信号とを複数のアンテナからそれぞれ送信する第 2 の送信方法とのいずれかの送信方法のうち、誤り耐性の強い送信方法と変調方式とを通信開始時に強制的に適用することにより、通信開始からデータ送信までの通信手順を簡略化することができ、通信端末装置は通信開始直後のデータを確実に復調することができる。また、OFDM 方式においてもデータの伝送速度と伝送品質の向上を共に図ることができる。

#### 【0137】

なお、本実施の形態においては、通信開始時に送信方法及び変調方式を固定とした場合について説明したが、送信方法のみを固定とし、変調方式は選択可能としてもよい。

#### 【0 1 3 8】

また、本実施の形態においては、送信方法及び変調方式の選択をビットエラー率、パケット損失率、フレームエラー率等の受信品質に基づいて行っているが、実施の形態 1 で説明したチャネル行列の固有値に基づいて行ってもよい。

#### 【0 1 3 9】

(実施の形態 4)

実施の形態 3 では、通信開始時に送信方法及び変調方式を選択せずに、通信中に 1 回のみ送信方法を変更する場合について説明したが、本発明の実施の形態 4 では、通信中に所定の時間間隔で送信方法の変更を行う場合について説明する。

#### 【0 1 4 0】

本実施の形態における基地局装置及び通信端末装置の構成は実施の形態 3 と同じなので、図 1 5 及び図 1 6 を代用し、その詳しい説明は省略する。

#### 【0 1 4 1】

図 1 9 は、本発明の実施の形態 4 に係る基地局装置と通信端末装置の通信手順を示すシーケンス図である。ただし、この図の S T 1 9 0 6 及び S T 1 9 0 7 のみが図 1 7 の S T 1 6 0 6 及び S T 1 6 0 7 と異なり、その他の手順については図 1 7 と同一なので、S T 1 9 0 6 及び S T 1 9 0 7 についてのみ説明する。

#### 【0 1 4 2】

S T 1 9 0 6 では、通信端末装置が通信開始から所定時間経過後、基地局装置が適用する送信方法及び変調方式を決定し、決定した内容を基地局装置に要求する。基地局装置はこの要求を受け付ける。

#### 【0 1 4 3】

S T 1 9 0 7 では、基地局装置が通信端末装置から送信された要求に基づいて、送信方法及び変調方式を決定し、決定した送信方法及び変調方式を送信方法通知シンボルを用いて通信端末装置に通知する。

#### 【0 1 4 4】

このような一連の通信手順において、基地局装置が適用する送信方法及び変調方式の時間推移に伴う変更の様子を図 2 0 に示す。ここでは、変調方式が Q P S K、1 6 Q A M、6 4 Q A M の 3 つが用いられるものとする。この図において、時間  $t_0$  で基地局装置と通信端末装置との通信が開始され、時間  $t_1 \sim t_3$  では送信方法 X 及び B P S K が強制的に用いられる。時間  $t_2$  では通信端末装置が送信方法を X から Y へ、変調方式を B P S K から 1 6 Q A M へ変更する要求を行い、時間  $t_3 \sim t_5$  では送信方法 Y 及び 1 6 Q A M が用いられる。さらに、時間  $t_4$  では通信端末装置が変調方式のみを 1 6 Q A M から 6 4 Q A M へ変更する要求を行い、時間  $t_5 \sim t_6$  では送信方法 Y 及び 6 4 Q A M が用いられる。

**【 0 1 4 5 】**

時間  $t_6$  では、通信端末装置が送信方法及び変調方式の変更要求を行い、送信方法については Y から X へ、変調方式については 6 4 Q A M を維持する要求を行う。

**【 0 1 4 6 】**

時間  $t_7$  では、通信中において送信方法の変更が行われ、時間  $t_7 \sim t_9$  では送信方法 X 及び 6 4 Q A M が用いられる。

**【 0 1 4 7 】**

時間  $t_8$  では通信端末装置が変調方式のみを 6 4 Q A M から 1 6 Q A M に変更する要求を行い、時間  $t_9 \sim t_{11}$  では送信方法 X 及び 1 6 Q A M が用いられる。さらに、時間  $t_{10}$  では通信端末装置が再度変調方式のみを 1 6 Q A M から Q P S K に変更する要求を行い、時間  $t_{11} \sim t_{12}$  では送信方法 X 及び Q P S K が用いられ、時間  $t_{13}$  で通信が終了する。

**【 0 1 4 8 】**

このように、送信方法の変更を通信中においても所定の時間間隔で行うことにより、伝搬路モデルの変更に対応することができる。なお、所定の時間間隔は不必要に送信方法の変更が行われないような間隔とする。

**【 0 1 4 9 】**

このように本実施の形態によれば、通信時間が長くなる場合には、伝搬モデルが変化することもあるので、通信中に送信方法の変更を行うことにより、通信中

に伝搬モデルが変化した場合でも、受信品質の向上と伝送速度の高速化の両立を図ることができる。

#### 【0150】

なお、実施の形態3及び実施の形態4では、OFDM方式について説明したが、これに限ったものではなく、例えば、拡散部を加え、スペクトル拡散方式を用いたOFDM方式でも同様に実施することができる。また、OFDM方式以外のマルチキャリア方式でも同様に実施することができる。

#### 【0151】

なお、上述した各実施の形態においては、受信装置として通信端末装置を例に、送信装置として基地局装置を例に説明したが、本発明はこれに限らず、通信端末装置が送信装置として、また基地局装置が受信装置として機能してもよい。また、上述した各実施の形態においては、受信装置が送信方法及び変調方式の決定を行っているが、本発明はこれに限らず、送信装置が受信装置から固有値及び受信電界強度を通知してもらうことにより、送信方法及び変調方式を決定してもよい。

#### 【0152】

また、上述した各実施の形態においては、送信方法Xで送信するデータシンボルをS1とS1の複素共役であるS1\*を送信しているが、本発明はこれに限らず、例えば、S1を繰り返し送信してもよい。

#### 【0153】

また、上述した各実施の形態においては、送信アンテナ数及び受信アンテナ数をそれぞれ2本として説明したが、本発明はこれに限らず、送信アンテナ数及び受信アンテナ数をそれぞれ3本以上としてもよい。このとき、基地局装置における送信装置のアンテナ前段の送信処理部（例えば、変調部、拡散部、無線部、増幅器等）は送信アンテナ数に応じた数となることは言うまでもない。通信端末装置における受信装置についても同様である。また、3本以上のアンテナから任意の複数のアンテナを選択してもよい。

#### 【0154】

例えば、送信アンテナ数を4本とし、4本のアンテナから4系統の変調信号を

送信するようにしてもよい。このとき、時空間符号を用いた送信方法A、時空間符号を用いない送信方法Bとすると、送信アンテナ数を2本としたときの送信方法X及び送信方法Y、さらに送信方法A、送信方法Bのいずれかの送信方法を任意に選択することができる。なお、送信方法X及び送信方法Yの変調多値数の最大値は、送信方法A及び送信方法Bの変調多値数の最大値より大きくしても、通信端末装置の回路構成の複雑さには影響しない。

#### 【0155】

また、複数のアンテナを一組のアンテナとして扱ってもよい。すなわち、アンテナ202やアンテナ203がそれぞれ複数のアンテナであってもよい。

#### 【0156】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、送信装置が複数のアンテナを備え、互いに同じデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第1の送信方法と、互いに異なるデータが含まれた複数の信号を複数のアンテナからそれぞれ送信する第2の送信方法とのいずれかを送受信間の伝送路に基づいて決定し、複数の変調方式のうちいずれかを決定する際、通信開始から終了までは送信方法と変調方式のうち、変調方式のみを決定することにより、データの伝送速度及び受信品質を共に向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の実施の形態1における基地局装置が送信するフレーム構成を示す図

#### 【図2】

本発明の実施の形態1に係る通信システムを示す模式図

#### 【図3】

本発明の実施の形態1に係る基地局装置における送信装置の構成を示すブロック図

#### 【図4】

本発明の実施の形態1に係る通信端末装置における受信装置の構成を示すブロック図

**【図 5】**

受信信号が直接波で到来した信号か否かを判断する方法を説明するための図

**【図 6】**

本発明の実施の形態 1 に係る基地局装置及び通信端末装置の通信手順を示すシーケンス図

**【図 7】**

実施の形態 1 における基地局装置が適用する送信方法及び変調方式の時間推移に伴う変更の様子を示す図

**【図 8】**

送信方法及び変調方式の変更の仕方を説明するための図

**【図 9】**

送信方法 X 及び送信方法 Y と各変調方式との組合せによる単位時間当たりの送信ビット数を示す図

**【図 10】**

増幅器の入出力特性を示す図

**【図 11】**

本発明の実施の形態 2 に係る基地局装置と通信端末装置の通信手順を示すシーケンス図

**【図 12】**

実施の形態 2 における基地局装置が適用する送信方法及び変調方式の時間推移に伴う変更の様子を示す図

**【図 13】**

本発明の実施の形態 3 におけるフレーム構成を示す図

**【図 14】**

本発明の実施の形態 3 におけるフレーム構成を示す図

**【図 15】**

本発明の実施の形態 3 に係る基地局装置の構成を示すブロック図

**【図 16】**

本発明の実施の形態 3 に係る通信端末装置の構成を示すブロック図

**【図 17】**

本発明の実施の形態 3 に係る基地局装置及び通信端末装置の通信手順を示すシーケンス図

**【図 18】**

実施の形態 3 における基地局装置が適用する送信方法及び変調方式の時間推移に伴う変更の様子を示す図

**【図 19】**

本発明の実施の形態 4 に係る基地局装置と通信端末装置の通信手順を示すシーケンス図

**【図 20】**

実施の形態 4 における基地局装置が適用する送信方法及び変調方式の時間推移に伴う変更の様子を示す図

**【図 21】**

従来のフレーム構成を示す図

**【図 22】**

従来の通信システムを示す図

**【符号の説明】**

- 101 伝搬モデル推定シンボル
- 102 送信方法通知シンボル
- 103 電波伝搬環境推定シンボル
- 104 データシンボル
- 201 基地局装置
- 202、203、252、253 アンテナ
- 251 通信端末装置
- 401 フレーム生成指示部
- 402、1401 データ系列生成部
- 403、404、1402、1405 送信処理部
- 4031、4041 変調部
- 4032、4042 拡散部

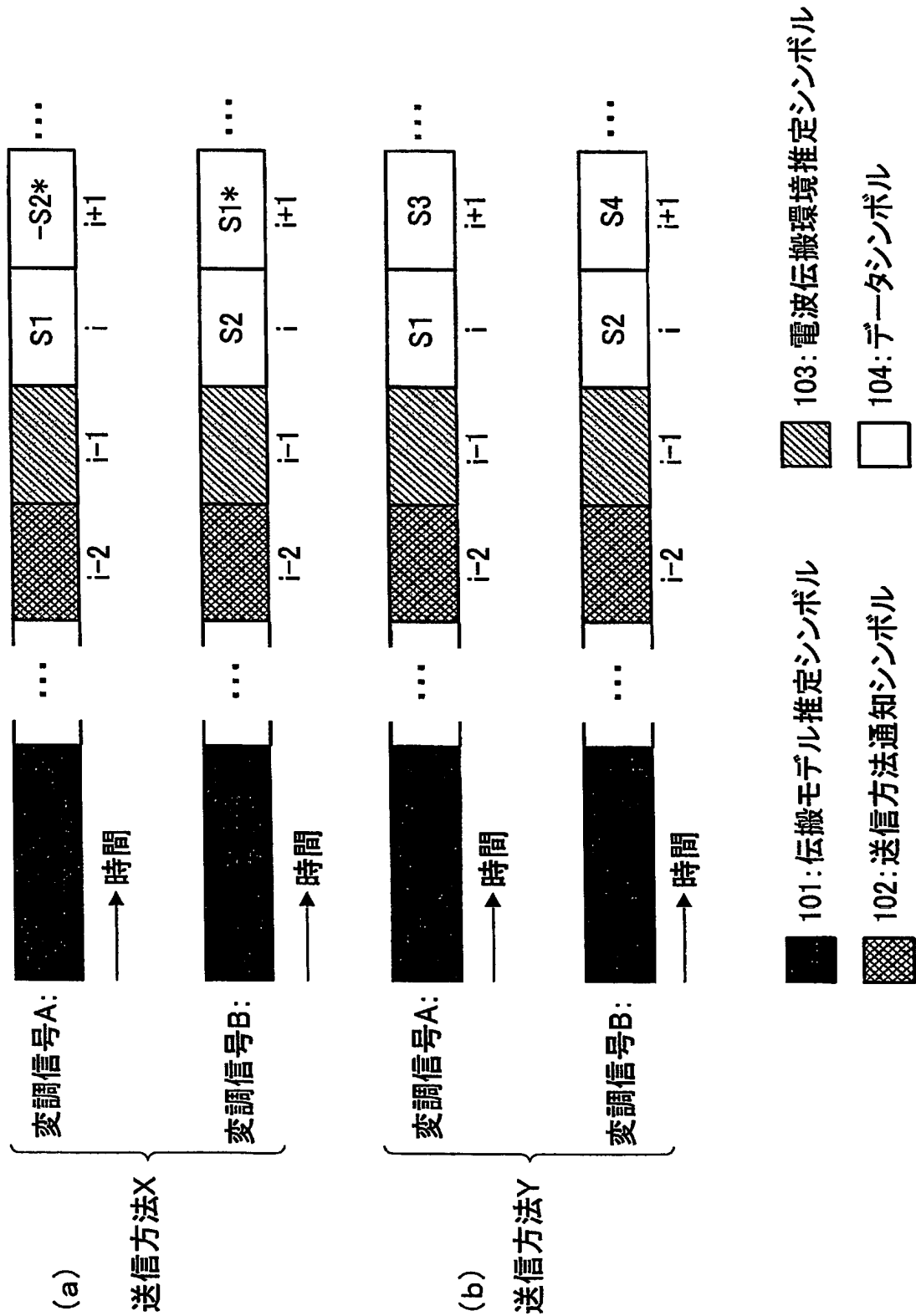


4033、4043、501、506 無線部  
4034、4044 増幅器  
502、507 逆拡散部  
503 フレーム同期部  
504、508、1502、1505 第1伝送路推定部  
505、509、1503、1506 第2伝送路推定部  
510、1507 復調部  
511、1509 受信電界強度推定部  
512 固有値算出部  
513、1511 変調方式決定部  
514、1510 送信方法決定部  
1403、1406 S/P変換部  
1404、1407 IDFT部  
1501、1504 DFT部  
1508 受信品質推定部

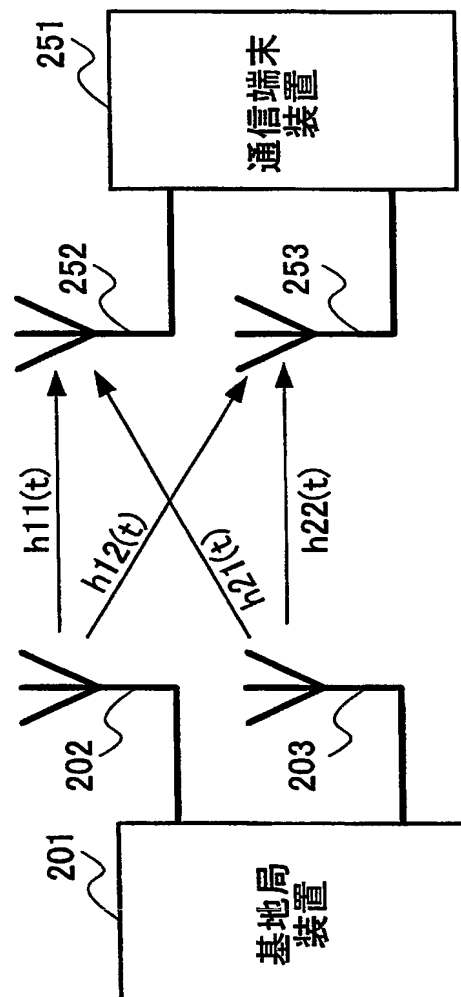
【書類名】

図面

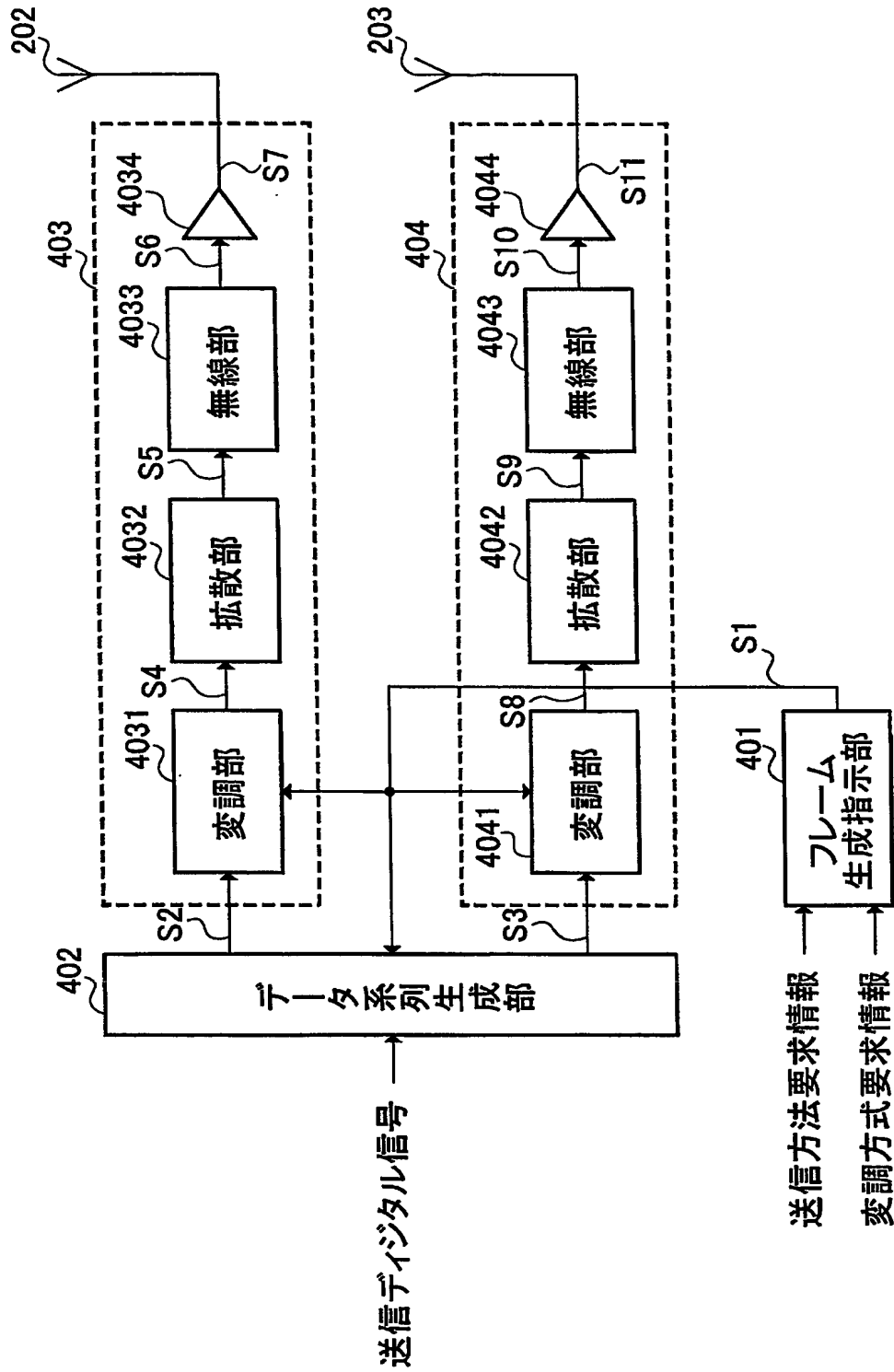
【図 1】



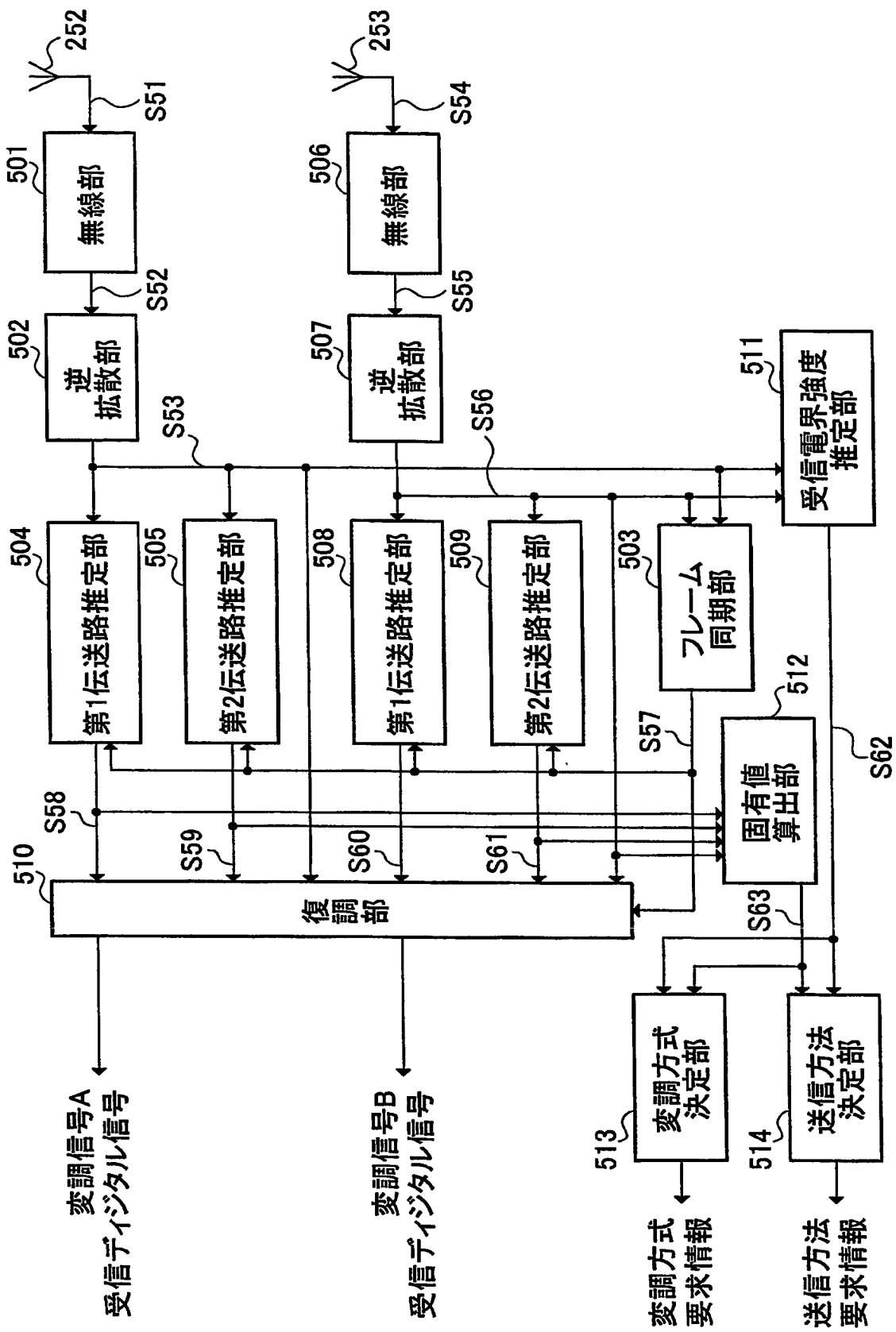
【図 2】



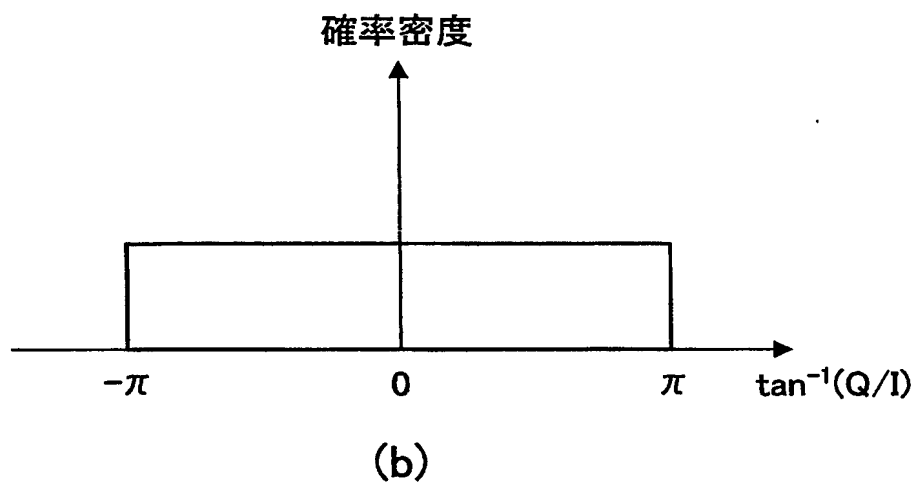
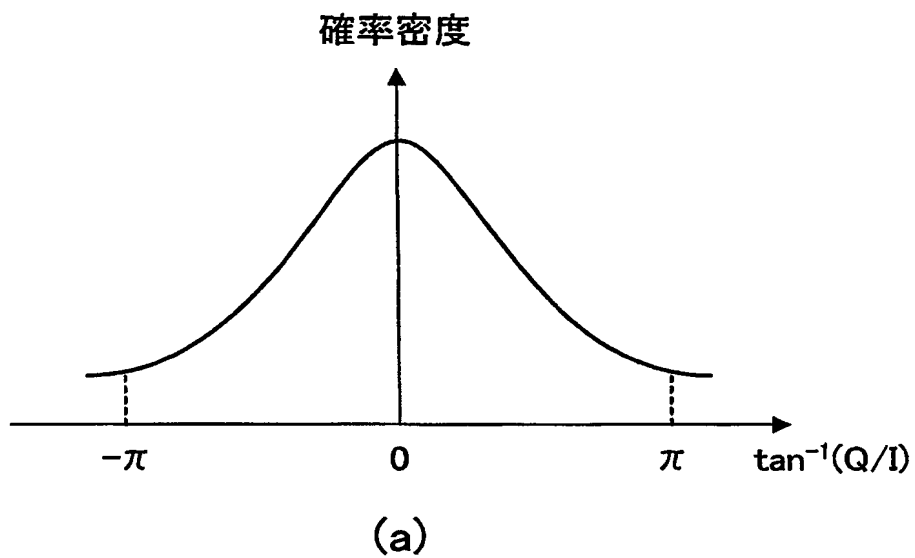
【図 3】



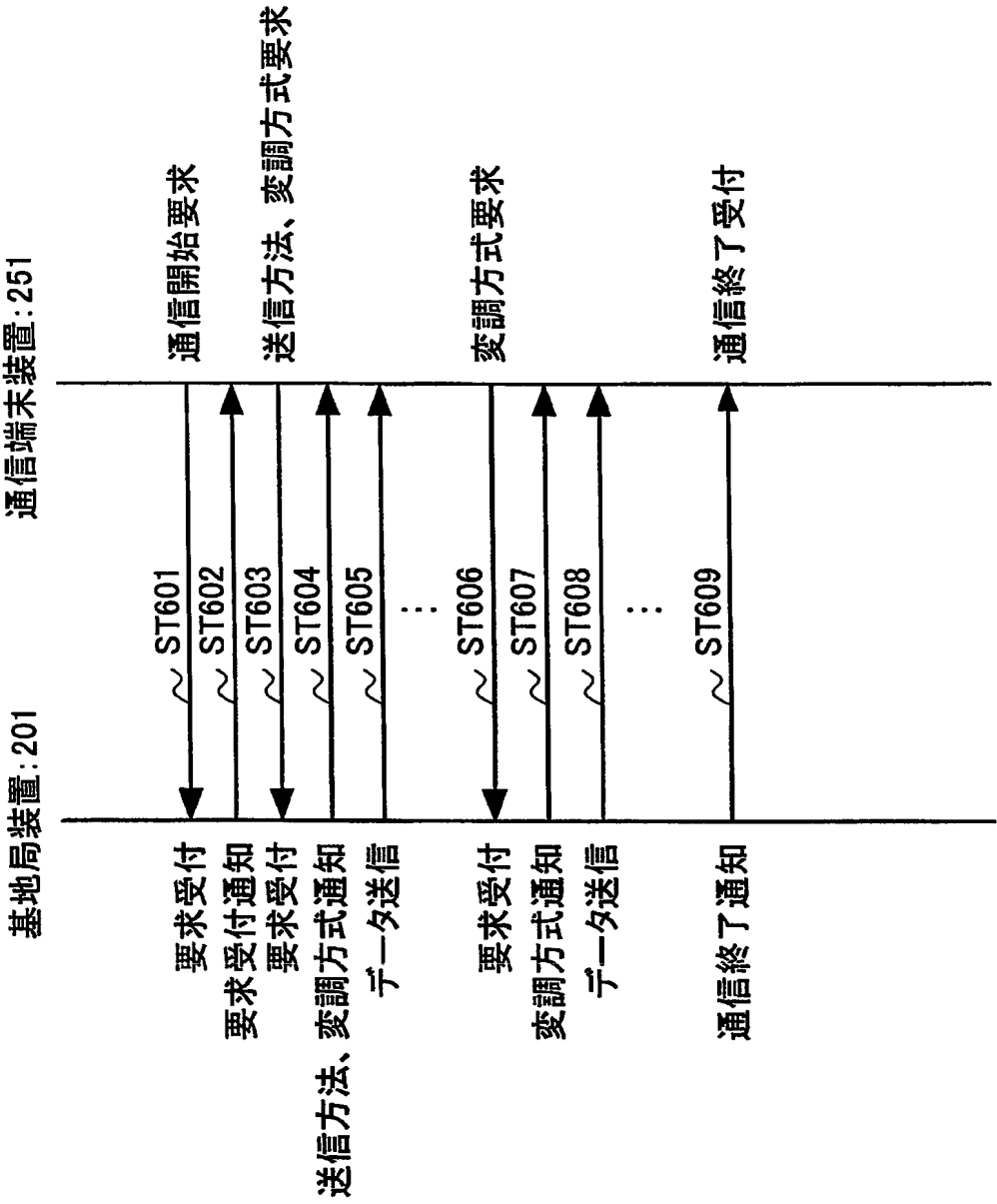
【図 4】



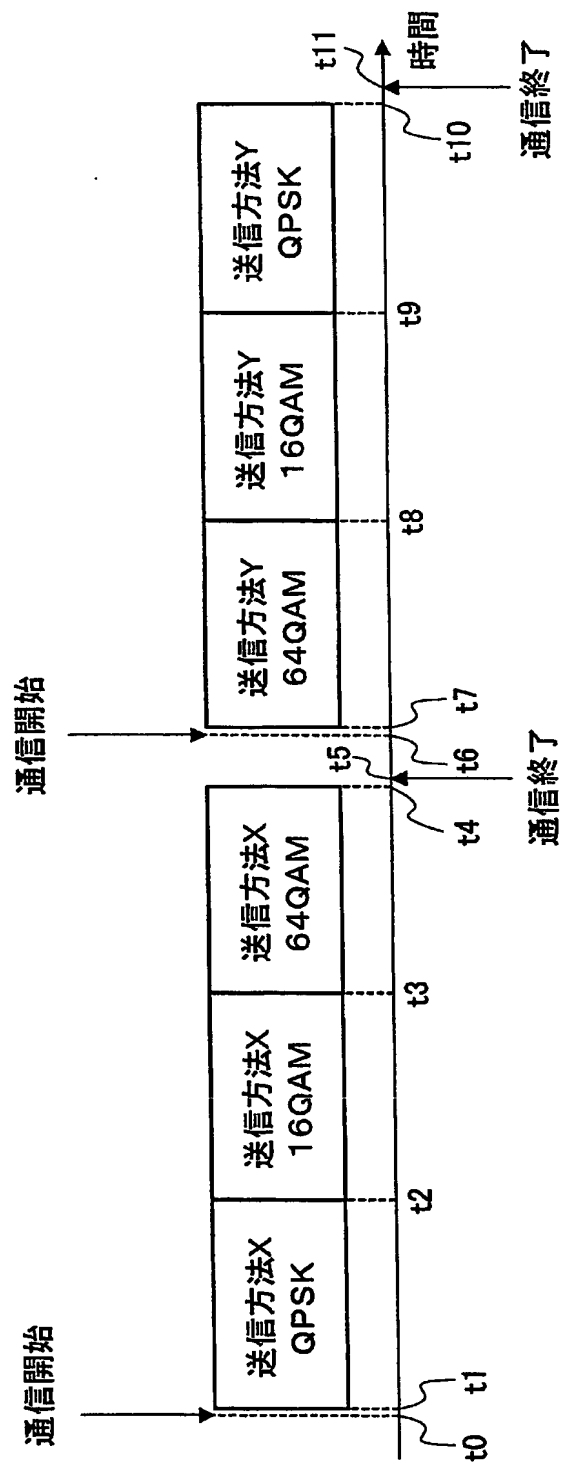
【図 5】



【図 6】

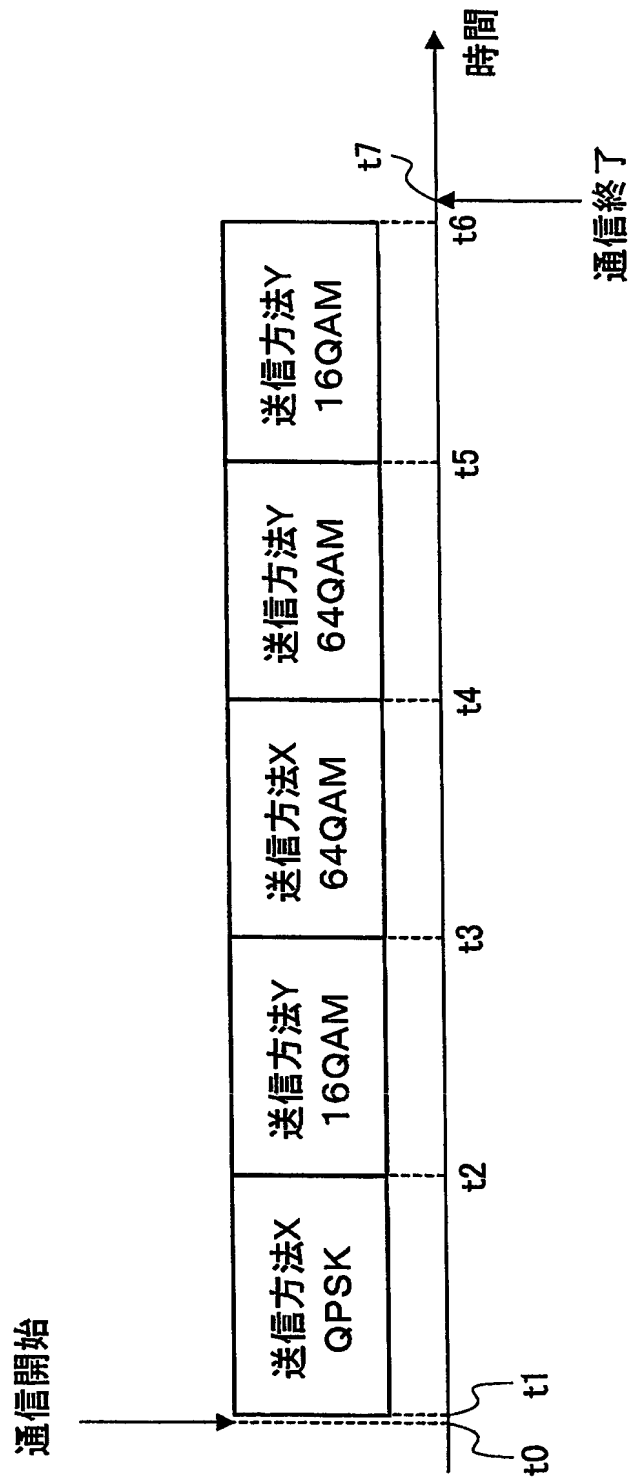


【図 7】





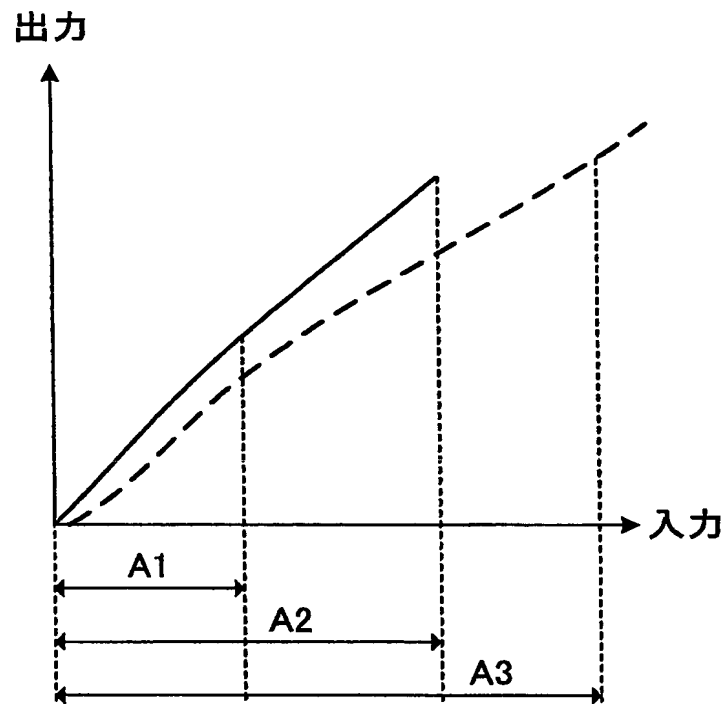
【図 8】



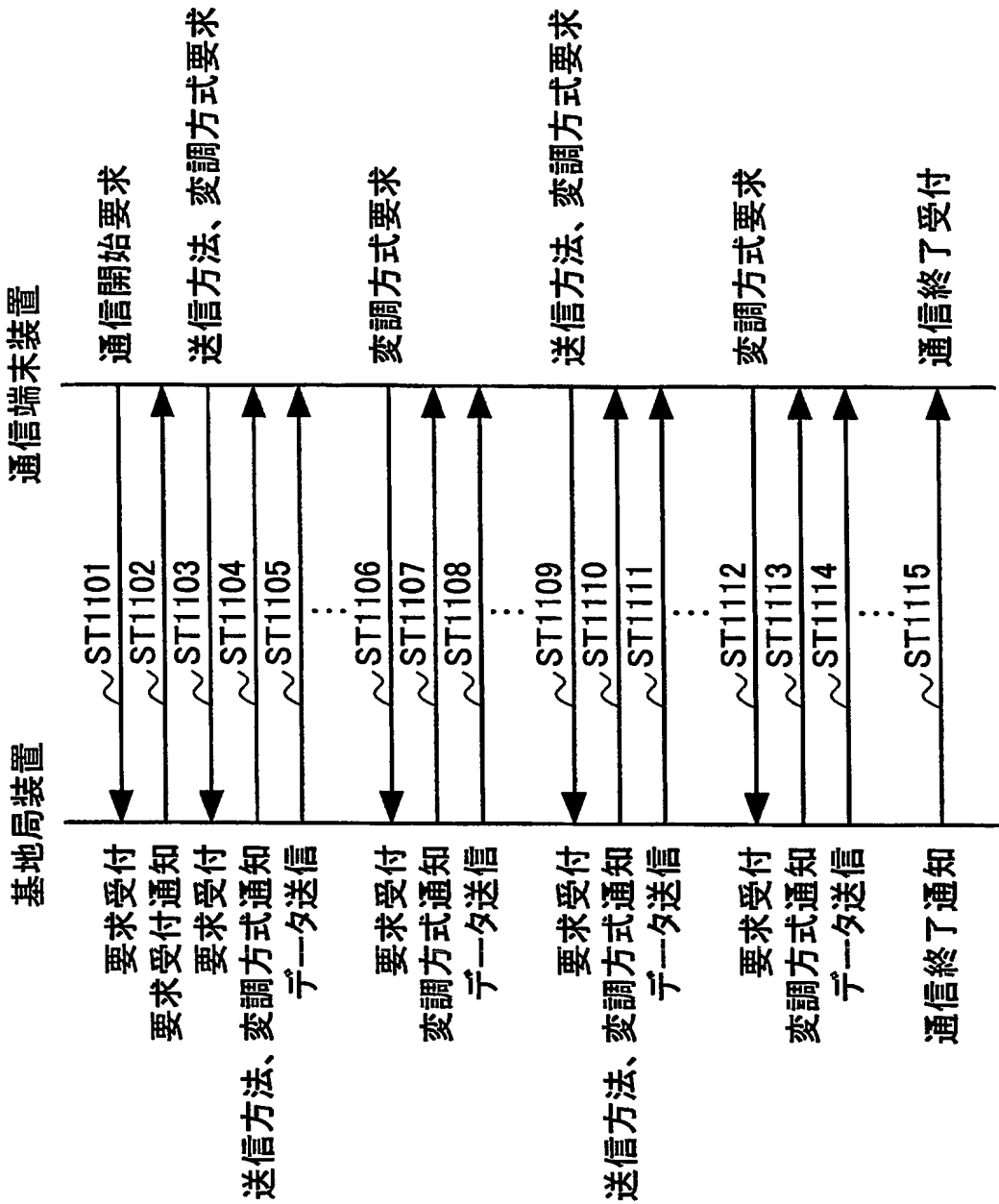
【図 9】

	送信方法X	送信方法Y
QPSK	2 bit	4 bit
16QAM	4 bit	8 bit
64QAM	6 bit	12 bit

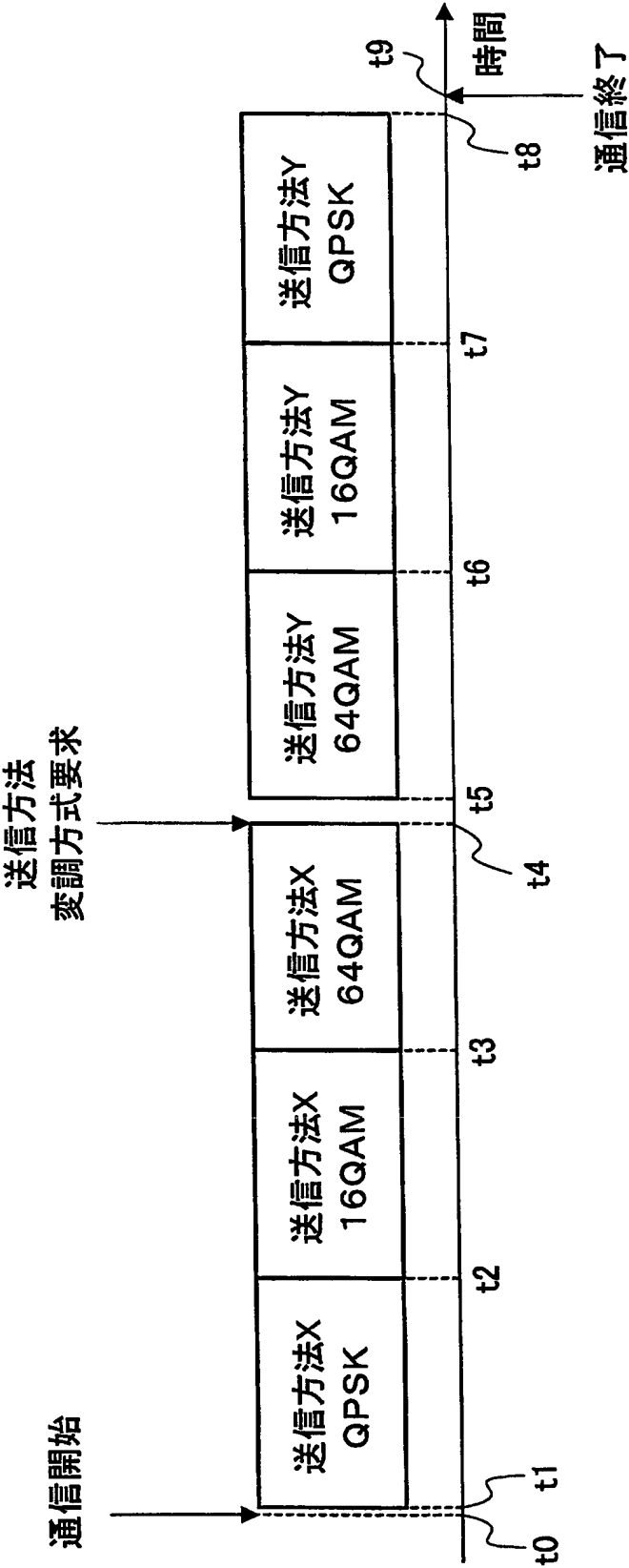
【図 10】



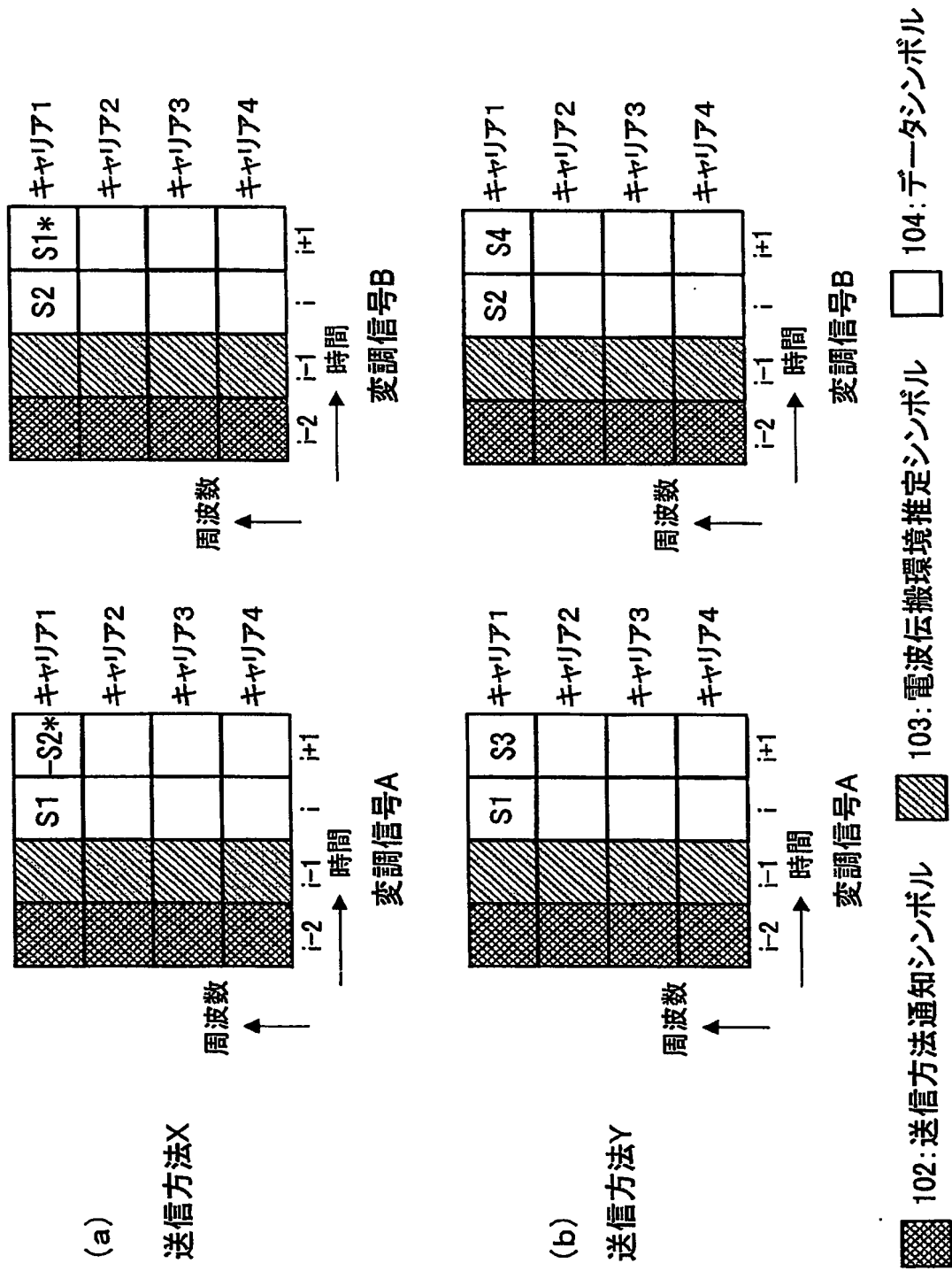
【図 1 1】



【図 12】

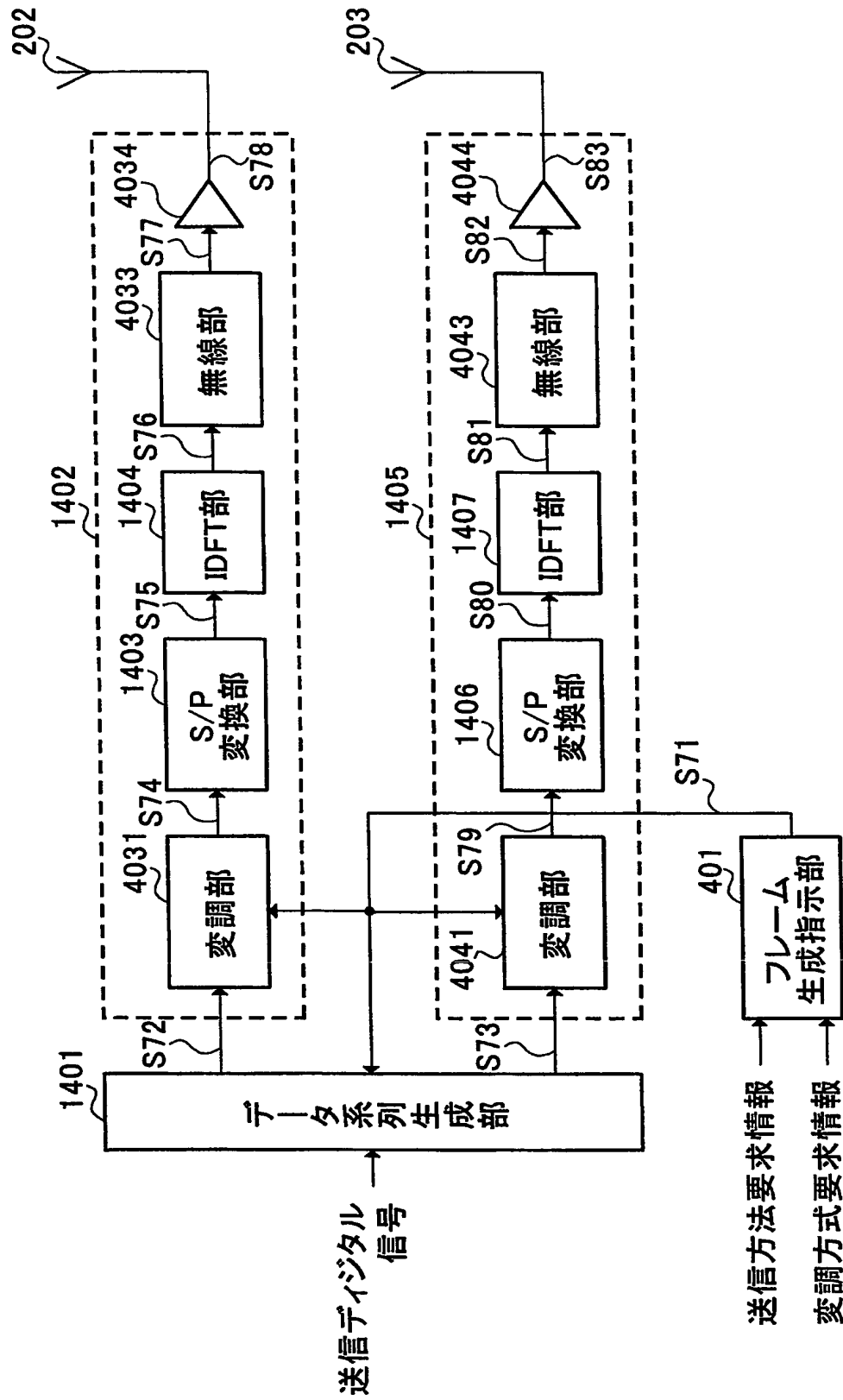


【図13】

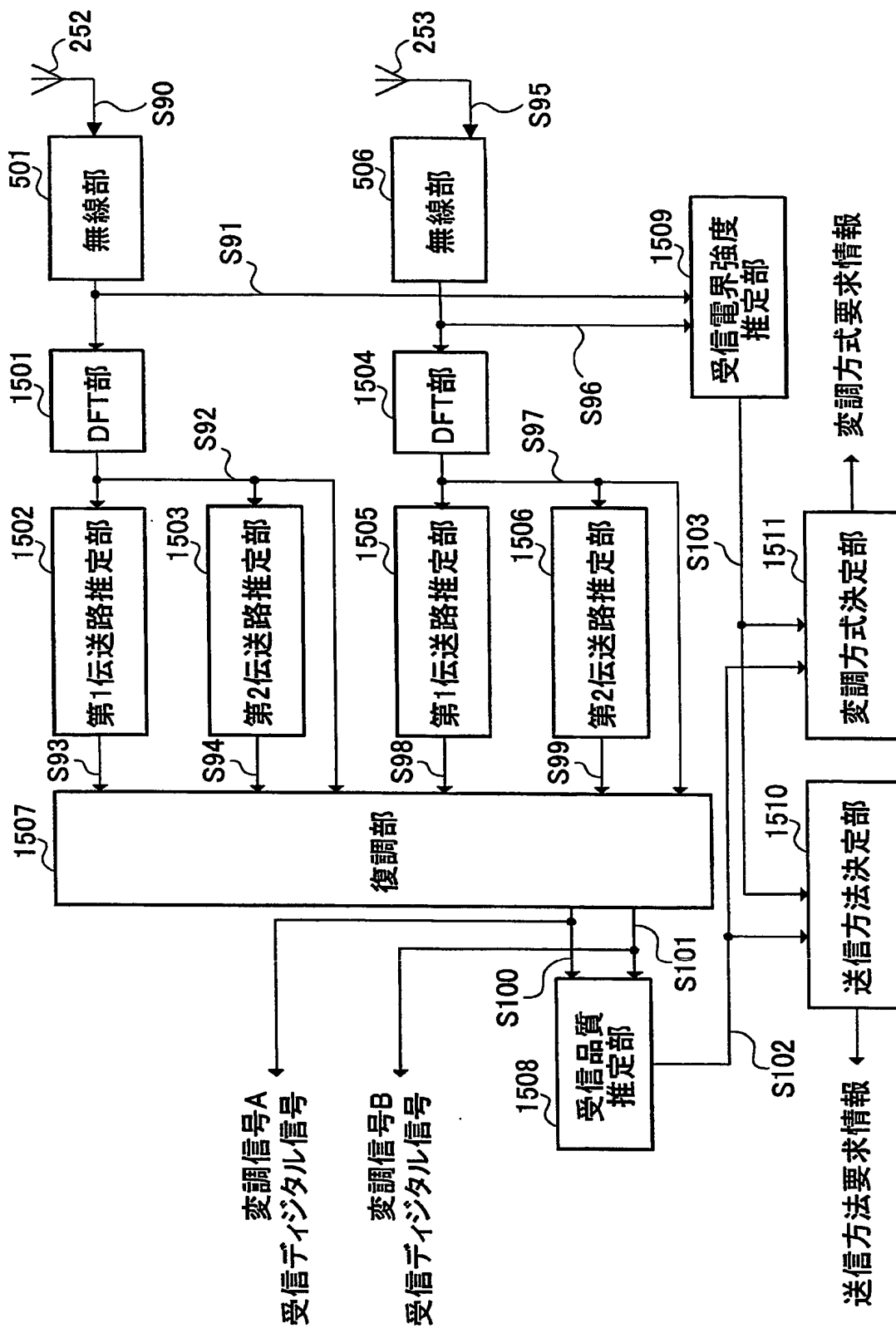




【図 15】

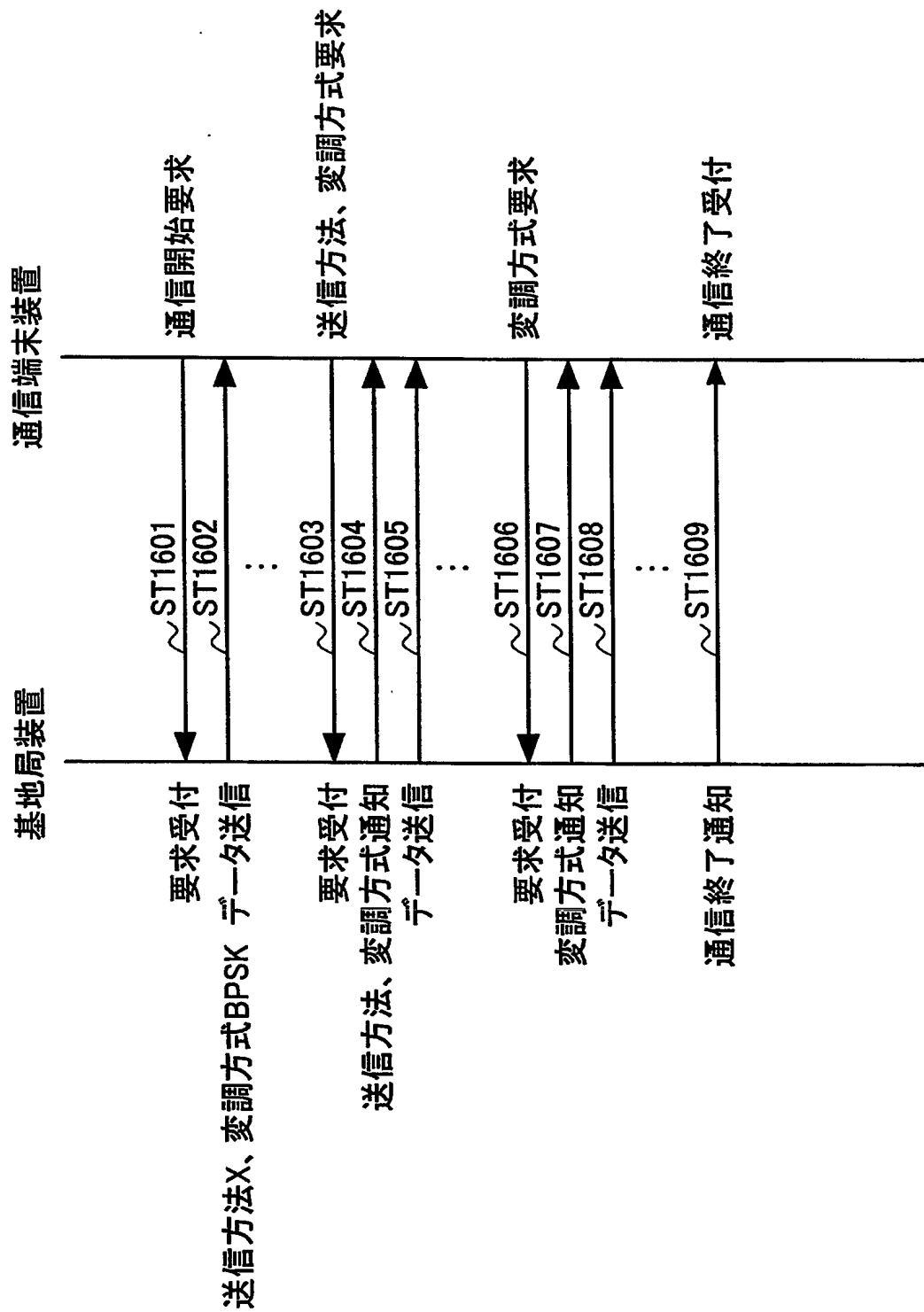


【図16】

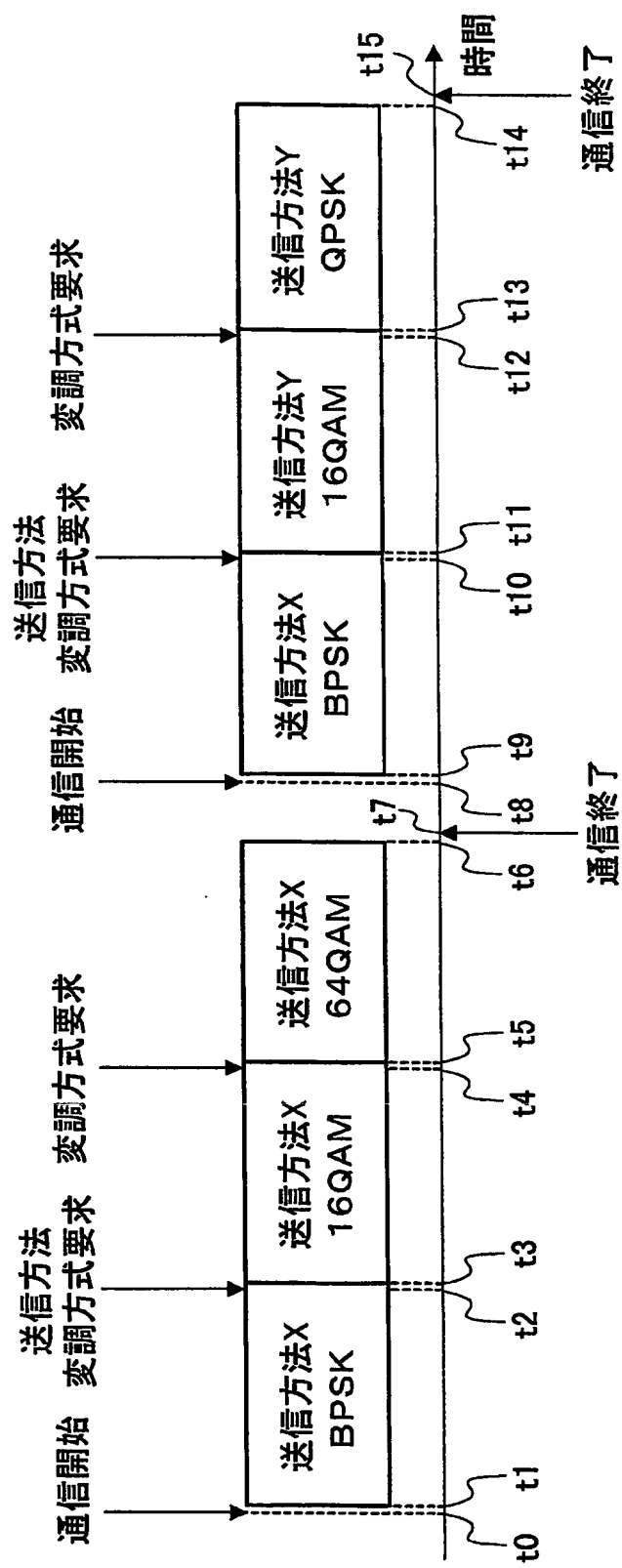




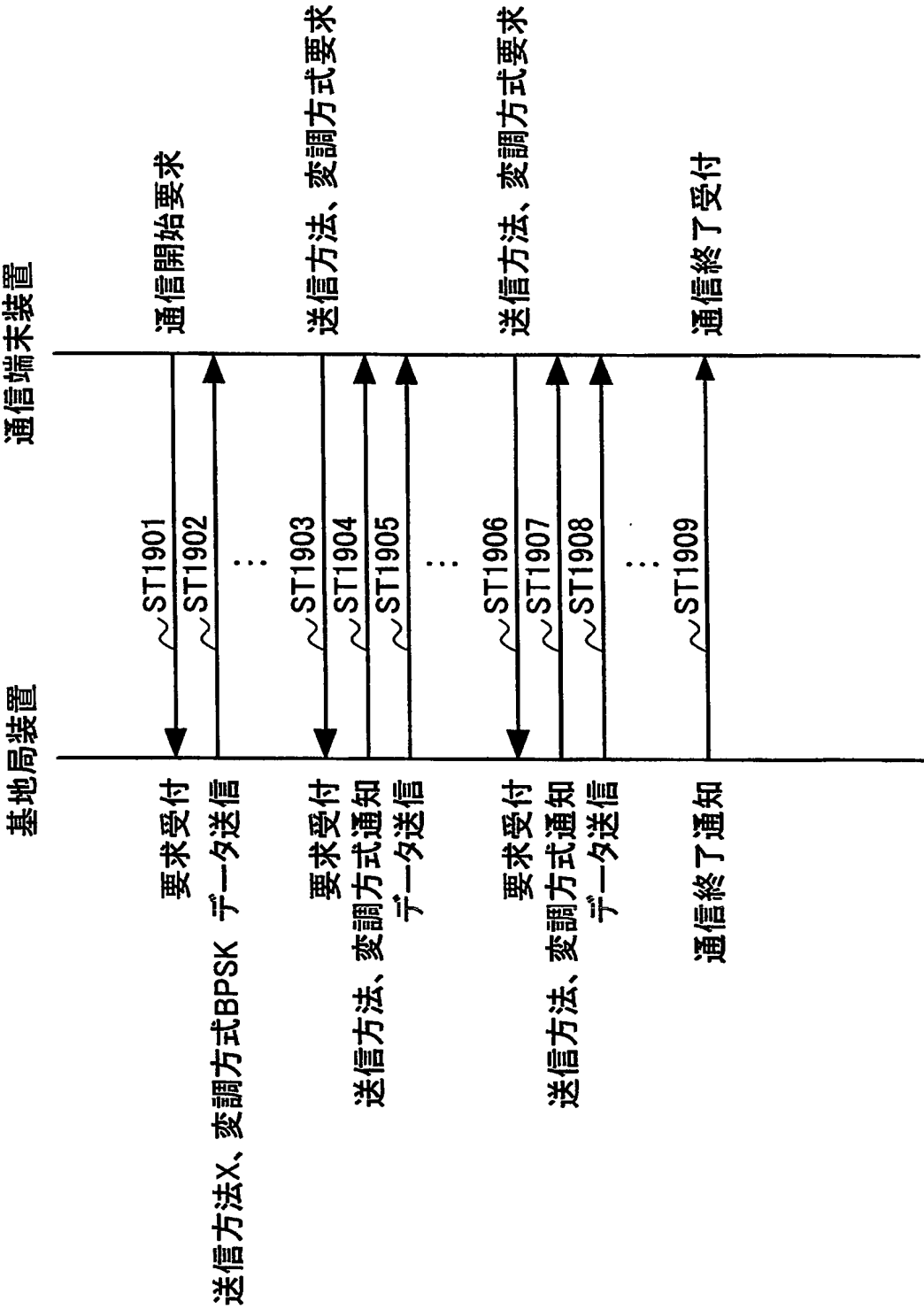
【図 17】



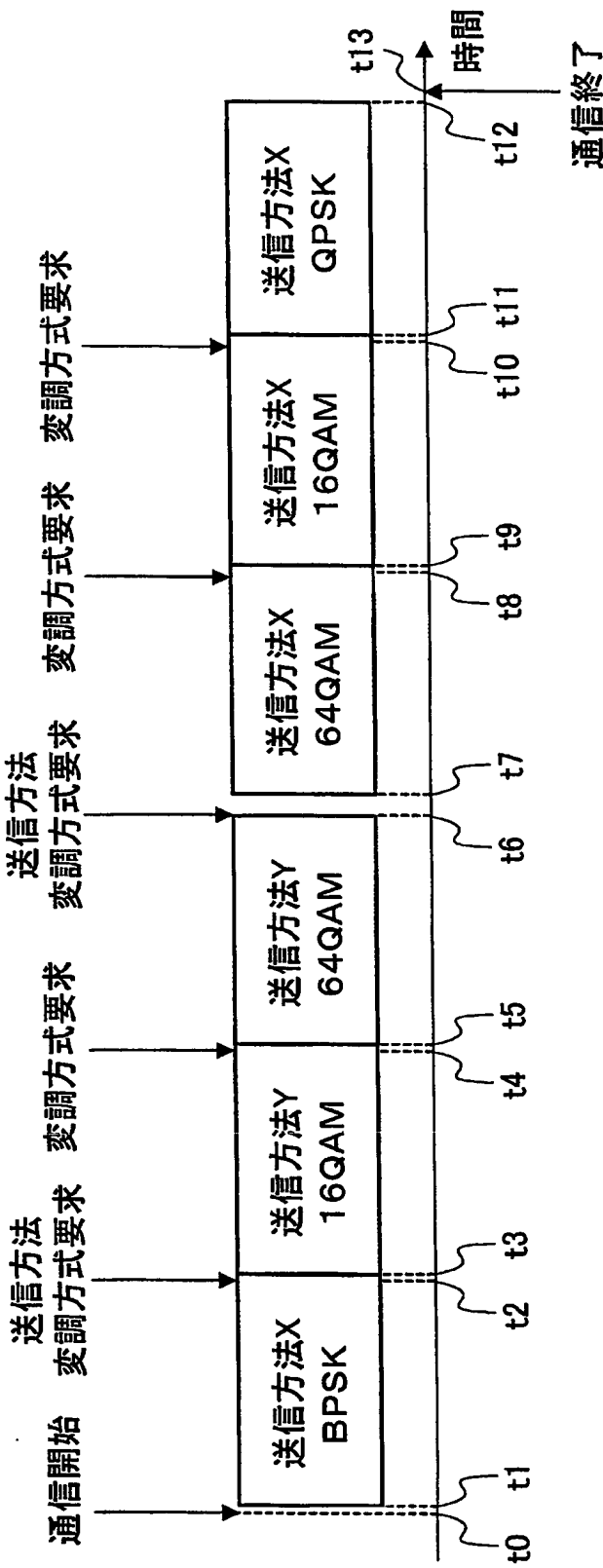
【図 18】



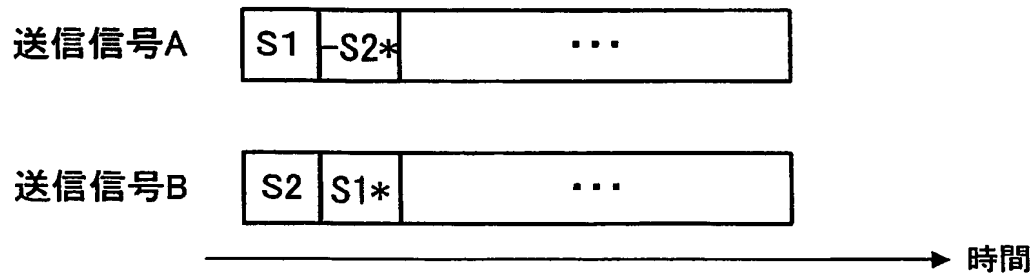
【図 19】



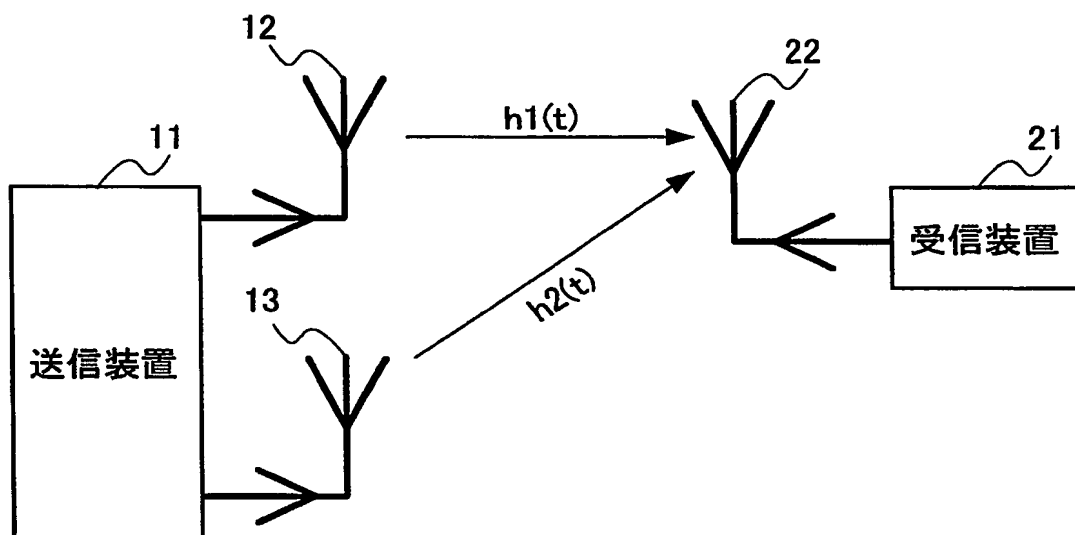
【図 20】



【図 2 1】



【図 2 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数のアンテナを用いてデータを送信する際のデータ伝送効率を向上させること。

【解決手段】 基地局装置 2 0 1 は、互いに同じデータが含まれた変調信号 A と変調信号 B とを複数のアンテナからそれぞれ送信する送信方法 X と、互いに異なるデータが含まれた変調信号 A と変調信号 B とを複数のアンテナからそれぞれ送信する送信方法 Y のいずれかの送信方法を通信開始時に決定し、通信中は送信方法を変更せず、変調方式のみを変更する。基地局装置 2 0 1 は、決定した送信方法と変調方式を適用して、変調信号 A 及び変調信号 B を通信端末装置 2 5 1 に送信する。

【選択図】 図 7

特願 2 0 0 3 - 1 8 8 8 9 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社